

Aalto-yliopisto  
Sähkötekniikan korkeakoulu  
Elektroniikan ja sähkötekniikan koulutusohjelma

Jarkko Mattila

## **Kapeikkoteorian hyödyntäminen tilaus- toimitusprosessin suunnitteluosuuden kehittämisessä.**

Diplomityö

Espoo 16. Helmikuuta 2015

Valvoja: Professori Matti Lehtonen

Ohjaaja: Kaija Seppälä, DI

---

**Tekijä** Jarkko Mattila

---

**Työn nimi** Kapeikkoteorian hyödyntäminen tilaus-toimitusprosessin suunnitteluosuuden kehittämisessä.

---

**Koulutusohjelma** Elektroniikan ja sähkötekniikan koulutusohjelma

---

**Valvoja** Professori Matti Lehtonen

---

**Professuurikoodi** S-18

---

**Laitos** Sähkötekniikan ja automaation laitos

---

**Työn ohjaaja** Kaija Seppälä, DI

---

**Päivämäärä** 16.2.2015

---

**Sivumäärä** 64

---

**Kieli** Suomi

---

## **Tiivistelmä**

Tämän päivän yritysten tulee jatkuvasti tarkastella ja kehittää toimintaansa, lisäten valmiutta toimia yhä kovenevassa markkinatilanteessa. Yrityksen on kehitettävä toimintonsa kykyä tuottaa asiakasarvoa säilyttääkseen ja kasvattaakseen markkinaosuuttaan samalla parantaen tuloksentekokykyänsä. ABB Oy:n Industrial Cabinet Drives-tuotantoyksikön operatiivinen sekä taloudellinen toiminta on ollut hyvällä tasolla, mutta sen kasvua on rajoittanut tarjous-tilaus-toimitusprosessin ongelmat. Prosessi on pitänyt sisällään paljon henkilöriippuvaisesti ja manuaalisesti hoidettuja toimintoja. Edellisten lisäksi on havaittu, että prosessin osa-alueiden roolit ja vastuut eivät ole olleet selkeät. Nykyisessä markkinatilanteessa yritykset eivät voi palkata uusia resursseja tilanteen korjaamiseksi, vaan niiden on löydettävä vaihtoehtoisia ratkaisutapoja kilpailukykyä parantamiseksi. Yhtenä ratkaisuna tähän voidaan soveltaa tuotantoprosessien tehostamiseen kehitettyä Kapeikkoteoriaa (Theory of Constraints).

Tämän työn tavoitteena on tunnistaa tilaussuunnitteluprosessiin liittyvät häiriöt ja kehittää sitä toimimaan asiakaslähtöisemmin, hyvällä saatavuudella sekä toimitusvarmuudella. Työssä tarkastellaan tilaussuunnittelun toimintamallia ja etsitään siihen sopivaa tapaa ratkaista nykyprosessin rajoitteet tuottaa enemmän ulostuloa palvelun paremmin asiakasta. Nykyprosessin kuvaamisen jälkeen tunnistetaan kapeikkoteoriaa hyödyntäen prosessin pullonkaula eli kapeikko ja sovelletaan menetelmän työkaluja prosessin tehostamiseksi ja ohjaamiseksi.

Kapeikkoteorian menetelmien avulla tunnistettiin, että prosessiin liittyi paljon henkilöriippuvaisia toimintoja sekä sovitusta prosessimallista ja säännöistä poikkeamista. Lisäksi prosesseja hoidettiin hyvin manuaalisesti, jolloin henkilöriippuvuus ja virhealttius kasvoivat entisestään. Ongelmien tunnistamisen jälkeen hyödynnettiin kapeikkoteorian menetelmiä ratkaisuiden löytämiseksi, niiden testaamiseksi ja käyttöönottamiseksi.

Tässä työssä haluttiin myös testata Kapeikkoteorian soveltuvuutta toimihenkilö- ja toimitusprosessin tehostamiseen. Menetelmä on todettu useissa ABB-yksiköissä toimivaksi konseptiksi, kun kyseessä on ollut tuotantolinjaan liittyvä prosessinkehitys. Lopputuloksena voidaan todeta, että Kapeikkoteoria soveltuu erinomaisesti myös toimihenkilötehtävien kehittämiseen.

---

**Avainsanat** Kapeikkoteoria, pullonkaula, suunnittelu, valmistuksen ohjaus, läpimenoaika, tarjous-tilaus-toimitusprosessi, arvovirtakaavio, Drum-Buffer-Rope,

---



---

**Author** Jarkko Mattila

---

**Title of thesis** Theory of Constraints in white collar work – Engineered to order process improvement steps.

---

**Degree programme** Electronics and Electrical Engineering

---

**Thesis supervisor** Professor Matti Lehtonen

**Code of professorship** S-18

---

**Department** Department of Electrical Engineering and Automation

---

**Thesis advisor** Kaija Seppälä, M. Sc.

---

**Date** 16.2.2015

**Number of pages** 64

**Language** Finnish

---

**Abstract**

Companies have to constantly observe and develop their operations to strengthen capability to operate on today's challenging markets. Companies must be able to develop their operations to produce more customer value in order to keep and grow their market share and at the same time improve profitability. ABB Oy's production unit Industrial Cabinet drives has been in good operational and financial level, but its growth has been limited by the problems in offer-order-delivery process. Process limitation has been related to person dependency roles and manually managed and operated functions. Addition to this it has been recognized that the roles and responsibilities have not been clear to employees. Instead of hiring more labor companies must seek out alternative solutions to resolve this situation in order to improve their competitiveness. As one of the solutions one can use Theory of Constraints which normally has been widely used in manufacturing process improvement method.

The first objective of this thesis is to recognize interferences related to order engineering process and to develop a solution which enables customer driven process with good availability and on-time-delivery. In this thesis it is observed how to overcome the constraints related order engineering process model and sought out best solutions for getting more output from it. This thesis will start by describing engineering process model at starting point. After the process constraint, in other words bottleneck, has been recognized by using the tools of Theory of Constraints, it is discovered how the method supports one to find answers what should be done and how to implement it in order to get more output from the system.

It was discovered by using Theory of Constraints that limitations of process were related to person dependent actions and disobedience of the process model and rules. Also it was noticed that process was managed mainly manually which led to a situation where person dependency increased and process was prone to errors.

Once the reasons behind problems had been recognized it was time to move on to the next phase where solutions were discovered, tested and implemented by using Theory of Constraints.

The second objective for this thesis was to test how the tools and methods of the TOC suits for white-collar and office process development or is it only suitable for manufacturing process (blue-collar work). TOC concept has been proved successful many times in manufacturing process developments task in ABB units around the world. As a result of this thesis it is a fair statement to say that TOC method suits very well also for white-collar and office process development tasks.

---

**Keywords** Theory of Constraints, bottleneck, engineering, manufacturing management, through put time, lead time, offer-order-delivery process, Value Stream Map, Drum-Buffer-Rope

---

## Esipuhe

Tämä diplomityö tehtiin ABB Drives:n Industrial Cabinet Drives tuotantoyksikölle. Työn aiheen valinta oli hyvin luonnollinen, koska olin työssäni suunnittelupäällikkönä ja aiemmin suunnittelijana huomannut, että suunnitteluprosessia voitaisiin kehittää toimimaan tehokkaammin, palvellen paremmin asiakkaiden tarpeita.

Haluan kiittää työni ohjaajaa Kaija Seppälää sekä valvojaa professori Matti Lehtosta saamastani tuesta ja neuvoista tämän diplomityön tekemisen yhteydessä. Haluan myös kiittää Lauri Tasasta sekä koko suunnittelutiimin henkilöstöä kehityshankkeen läpiviemisen mahdollistamisesta.

Lopuksi kiitän puolisoani Minnaa, siitä periksiantamattomuudesta, jolla hän on kannustanut minua opintojeni loppuun suorittamisessa sekä myös kaikesta muusta tuesta vuosien varrella.

Vantaa, 16. helmikuuta 2015

Jarkko Mattila

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	i
Abstract .....	ii
Esipuhe .....	iv
Sisällysluettelo .....	v
Kuvaluettelo .....	vii
Lyhenteet .....	viii
1 Johdanto .....	1
1.1 Tausta ja taustaongelma .....	1
1.2 Tutkimuskysymys ja tavoite .....	2
1.3 Tutkimusmenetelmä .....	2
1.4 Työn sisältö ja eteneminen .....	3
2 Kapeikkoteoria .....	5
2.1 Yleistä .....	5
2.2 Keskittyminen (FOCUS) .....	5
2.3 Systeemiajattelu .....	6
2.4 Erilaiset kapeikot .....	8
2.5 Teoreettinen lähestyminen .....	9
2.6 Ajatteluprosessi (Thinking Process) .....	11
2.7 Jatkuvan parantamisen malli .....	22
2.8 Drum-Buffer-Rope -menetelmä .....	25
3 Yritysesittely .....	26
3.1 ABB .....	26
3.2 Drives .....	28
3.3 Industrial Cabinet Drives .....	30
3.4 Tilaussuunnittelu .....	31
4 Tilaus-Toimitusprosessin lähtötilanteen kuvaus .....	33
4.1 Myynti .....	33
4.2 Tilaussuunnittelu .....	35
4.3 Tilaus-toimitusprosessin aikamalli .....	36
5 Kapeikkoteorian hyödyntäminen tilaussuunnitteluun .....	39
5.1 Menetelmä .....	39
5.2 Arvovirtakaavio .....	40
5.3 Prosessikävely .....	41
5.3.1 Tarjous- ja tilausvaihe .....	41
5.3.2 Tilauksen siirtyminen tilaussuunnitteluun .....	42

5.3.3	Henkilöriippuvaisuus .....	44
5.3.4	Tuotanto .....	44
5.3.5	Tilaussuunnittelu .....	46
5.3.6	Muutostenhallinta.....	47
5.3.7	Useamman samalle asiakkaalle menevän tilauksen hallinta.....	48
5.3.8	Muut havainnot .....	48
6	Analysointi.....	50
6.1	Kapeikon tunnistaminen.....	50
6.2	Korjaavat toimenpiteet .....	50
6.2.1	Kapasiteetti.....	51
6.2.2	Uudet aikamallit .....	52
6.2.3	Tarjousvaihe .....	54
6.2.4	Tilauksen kirjaaminen.....	56
6.2.5	Projektin siirtyminen tilaussuunnitteluun .....	57
6.2.6	Muutostenhallinta.....	58
6.2.7	Mekaniikkasuunnittelu .....	59
6.2.8	Mittarit .....	60
7	Johtopäätökset.....	62
	Lähteluettelo.....	65
	Liiteluettelo .....	67

## Kuvaluettelo

Kuva 2.1 Toisistaan riippuvien tuotantovaiheiden kapasiteetti työvuoron aikana. Kapeikko määrittää koko systeemin tuoton työvuoronaikana.....	6
Kuva 2.2. Nykytilan puu (CRT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000.....	13
Kuva 2.3. Haihtuva pilvi (EC, CRD) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000. ....	14
Kuva 2.4. Tulevaisuuden puu (FRT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000.....	15
Kuva 2.5. Negatiivinen oksa (NB) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000. ....	16
Kuva 2.6. Edellytysten puu (PRT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000. ....	17
Kuva 2.7. Muutosten puu (TT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000.....	18
Kuva 2.8. Osasuurennos välitavoitekartasta. Vihreällä merkitty päämäärä, keltaisella kriittiset menestyksen avaimet, vaalean vihreällä pakolliset olosuhteet, sekä ei toivotut ilmiöt punaisella. ....	20
Kuva 2.9. Nykytilan puu (CRT), missä on esitelty tilausten kirjaamisen liittyviä ongelmia. ....	20
Kuva 2.10. Ajatteluprosessi-menetelmän työkalujen toimintamalli mukaillen Watson 2007, s. 395.....	21
Kuva 2.11. Drum-Buffer-Rope – malli. Mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000). ..	25
Kuva 3.1. Liikevaihdon jakautuminen eri divisioonien välillä. (ABB Ltd Corporate Communications 2012. s.9.) .....	27
Kuva 3.2. Industrial Cabinet Drives – tuotantoyksikön sijoittuminen ABB:n organisaatiokaaviossa. ....	28
Kuva 3.3. ACS880 tuoteperheen tuotteita.....	29
Kuva 3.4. Taajuusmuuttajien räätälöinnin määrä eri tuotekategorioiden välillä (Naukkarinen 2013).....	31
Kuva 4.1. Lähtötilanteen minimitoimitusajat sekä kuhunkin toimintoon varattu aika. ..	37
Kuva 5.1. Arvovirtakaavio esimerkki. Työstö- ja puskuriaikojen muodostuminen valmistusprosessin aikana. ( <a href="http://www.conceptdraw.com/solution-park/business-value-stream-mapping">http://www.conceptdraw.com/solution- park/business-value-stream-mapping</a> 8.2.2015).....	40
Kuva 6.1. Kapeikon sijainti tilaussuunnitteluprosessissa. ....	50
Kuva 6.2. Nykyinen kapasiteettimittari viikoittaisesti seurattuna. ....	52
Kuva 6.3. Uudet aikamallit .....	54
Kuva 6.4. Tarkistuslista tilauksen kirjaamiseen.....	57
Kuva 6.5. Myynnin FPY-mittaus viikoittain seurattuna. ....	58
Kuva 6.6. Tilausmuutosten käsittelymalli. Työn julkisuuden vuoksi muutosten vaikutukset on piilotettu. ....	59
Kuva 6.7. Suunnittelun toimitusvarmuuden mittauspisteet. ....	61
Kuva 6.8. Tilaussuunnittelun toimitusvarmuuden mittari. OTD 20 on dokumentaation toimitus asiakkaalle ja OTD 40 on dokumentit tuotantoon.....	61



## Lyhenteet

CRT	Current reality tree
CRD	Conflict resolution diagram
EC	Evaporating cloud
FPY	First pass yield
FRT	Future reality tree
HPD	High Power Drives
ICD	Industrial Cabinet Drives
KET	Keskeneräinen työ (vrt. WIP)
NB	Negative branch
PG	Product group
PRT	Prerequisite Tree
S-DBR	Simplified Drum-Buffer-Rope
TOC	Theory of Constraints, kapeikkoteoria
TP	Thinking process, ajatteluprosessi
TT	Transition Tree
UDE	Undesired Effect
WIP	Work in Progress
VSM	Value Stream Mapping, arvovirtauskaavio

# 1 Johdanto

Tässä työssä tullaan tarkastelemaan asiakastoimitukseen liittyvän tilaussuunnittelun toimintamallia ja etsimään siihen sopivaa tapaa ratkaista nykyprosessin rajoitteet tuottaa enemmän ulostuloa. Nykyprosessin kuvaamisen jälkeen tunnistetaan kapeikkoteoriaa hyödyntäen prosessin pullonkaula eli kapeikko ja sovelletaan menetelmän työkaluja prosessin tehostamiseksi ja ohjaamiseksi.

## 1.1 Tausta ja taustaongelma

ABB Drivesin High Power Drivesin tuotantoyksikössä Industrial Cabinet Drives tuotantovolyymi vaihtelee voimakkaasti. Kuukausittain sisään tulevat tilaukset vaihtelevat 6 M€- 12 M€välillä. Tilausvolyymista noin puolet ovat ns. vakiotuotteita ja puolet tarvitsevat asiakaskohtaista suunnittelua ts. tilaussuunnittelua. Varsinainen kokoonpano-aika vakioituille taajuusmuuttajille vaihtelee 20 h – 100 h välillä ja toimitusaika asiakkaalle neljästä viikosta yhdeksään viikkoon riippuen vallitsevasta kapasiteetti- ja markkinatilanteesta. Tilaussuunnitelluille laitteille toimitusaika on neljä viikkoa pidempi pitäen sisällään varsinaisen suunnittelun ja asiakashyväksyntäajan.

ABB on lanseeraamassa uutta tuotesukupolvea ACS880 vuosien 2013 – 2017 aikana. Samassa yhteydessä on todettu, että markkinaodotukset sekä -vaatimukset ovat muuttuneet ja asiakkaan odotukset lyhemmistä toimitusajoista ovat kasvaneet. Kokoonpanoprosessin osalta vakiolaitteiden toimitusaikatavoite on asetettu 2 – 3 viikkoon nykyisen 6 – 8 viikon sijaan.

Tilaussuunnittelun osalta läpimenoajan lyhentäminen sekä kapasiteetin jouston hyödyntäminen ovat avainasemassa sekä asiakastyytyväisyyden, että markkinaosuuden kasvattamiseksi. Koska jokainen asiakastilaus on yksilöllinen, varioivat myös läpimenoaika ja osaamisvaatimukset voimakkaasti. On tärkeää ettei tilaussuunnittelu ole jatkossa prosessin pullonkaula, koska sen jälkeisessä tuotantoprosessivaiheessa on noin 150 – 200 henkilön tuotantokapasiteetti, jonka tehokas käyttö on koko tilaus-toimitusprosessin tavoite. Nykytilanteessa henkilöstön lisäys ts. kapasiteetin lisääminen

tilaussuunnitteluun ei ole mahdollista, vaan resurssiongelma tulee ratkaista toimintoja kehittämällä ja tehostamalla.

## 1.2 Tutkimuskysymys ja tavoite

Yleisesti ottaen tutkimuskysymyksenä on kapeikkoteoriaa hyödyntäen tunnistaa ne asiat, jotka aiheuttavat tilaussuunnittelussa päivittäin suuren työkuorman ja estävät tehokkaamman toiminnan vaikuttaen läpimenoaikaan sekä toimitusvarmuuteen heikentävästi. Lisäksi toisena osana tutkimuskysymystä voidaan pitää, miten kapeikkoteoriaa voidaan hyödyntää toimistotyöskentelyssä siten, että saavutetaan parempi läpimenoaika, enemmän tuottoa ja prosessi, jota voidaan hallita sekä ohjata.

Tässä työssä esitettävät tutkimuskysymykset ovat:

1. Millainen on nykyinen tilaussuunnittelun prosessi ja miten sitä on ohjattu?
2. Mikä on suunnitteluprosessin kapeikko?
3. Mitkä asiat vaikuttavat kapeikkoon? Miten työkuormaa voidaan vähentää kapeikossa?
4. Onko tilanteita, joissa kapeikossa ei voida tehdä työtä, esimerkiksi johtuen edellisen toiminnon työ ei ole valmis? Onko muita syitä miksi kapeikkoa ei voida kuormittaa täysin koko ajan?
5. Millaisia johtopäätöksiä voidaan tehdä edellisten kysymysten vastauksista ja millaisia toimenpiteitä voitaisiin tehdä kapeikon tehostamiseksi?

## 1.3 Tutkimusmenetelmä

Kuten edellä todettiin, tullaan työssä käyttämään kapeikkoteoriaa ja sen työkaluja analysoimaan tilaussuunnittelun nykytilannetta. Kapeikkoteorian (*Theory of Constraints*) mukaan jokaisessa prosessissa on ainakin yksi kapeikko, joka estää koko prosessia tuottamasta enempää tuotteita tai palveluita kuin mitä kapeikossa saadaan tehtyä. Kapeikkoteorian mukaan kapeikossa hukattu tunti on koko systeemissä hukattu tunti. Näin ollen kapeikko tulisi olla koko ajan kuormitettuna ja se ei koskaan saisi olla vajaakäytöllä.

## 1.4 Työn sisältö ja eteneminen

Edellä kuvatun johdannon ja tutkimuskysymysten esittämisen jälkeen työ jatkuu kapeikkoteoriaan tutustumisella. Teoriaosuuden tarkoitus on antaa lukijalle kuva millainen menetelmä kapeikkoteoria on ja mitkä ovat sen hyödyt prosessien kehittämiseen.

Tämän työn kappaleessa kaksi tutustutaan kapeikkoteorian historiaan ja perusideaan, kuvaten mikä on kapeikkoteorian ydinajatus ja millaisia työkaluja menetelmä tarjoaa kapeikon tunnistamiseksi. Edellä mainittujen kohtien lisäksi kappaleessa pureudutaan ratkaisumenetelmiin, joilla kapeikon tilannetta parannetaan mahdollistaen koko systeemin toiminnan tehostaminen.

Kolmannessa kappaleessa esitellään tämän työn kohteena oleva yritys. Kappaleen aluksi lukijalle kuvataan lyhyesti ABB:n liiketoimintaa, minkä jälkeen tutustutaan tarkemmin Industrial Cabinet Drives – yksikköön sekä sen valmistamiin tuotteisiin.

Seuraavassa kappaleessa tutustutaan tarkemmin Industrial Cabinet Drives – yksikön tilaussuunnitteluun ja käydään läpi, mikä oli lähtötilanne tämän työn alkaessa. Kappaleessa kerrotaan myös hieman tuotteiden vaikutuksesta varsinaiseen suunnitteluun sekä syvennyttään resursseihin ja henkilörooleihin.

Viidennessä kappaleessa lukija saa kuvan, miten kapeikkoteorian menetelmiä käytännössä hyödynnettiin tilaussuunnitteluprosessin tehostamiseen. Kappale alkaa tutustumalla varsinaiseen suunnitteluprosessiin tekemällä prosessikävely suunniteltaviin tuotteisiin ja työntekijöiden rooleihin. Tämän jälkeen listataan kaikki havaitut ongelmat sekä asiat, jotka voisivat edesauttaa tilanteen parantumista. Kokonaisuudessaan neljännen kappaleen kantavana ideana on tunnistaa tilaussuunnittelun kapeikko hyödyntäen kapeikkoteorian työkaluja.

Kuudennessa kappaleessa tunnistettuun kapeikkoon sovelletaan kapeikkoteorian menetelmiä, joilla kapeikon virtausta saadaan tehostettua ja koko muu systeemi saadaan optimoitua alistamalla se kapeikon mukaan toimivaksi kokonaisuudeksi.

Viimeisessä kappaleessa kootaan tutkielman lopputulokset ja katsotaan, miten ne vastasivat tutkimuskysymyksiin ja tavoitteisiin sekä pohditaan työn onnistumista.

## 2 Kapeikkoteoria

### 2.1 Yleistä

Kapeikkoteorian isänä, keksijänä voidaan pitää Israelilaista tri Eliyahu Goldratt:ia, joka esitteli tämän johtamis- ja ohjaamisteoriansa vuonna 1984 kirjassaan *The Goal*. Goldratt julkaisi vuonna 1997 kirjansa *Critical Chain*, jossa kapeikkoteoriaa sovelletaan projektin johtamiseen. Goldratt julkaisi aiheesta yhteensä 12 kirjaa tai tutkielmaa elämänsä aikana. Goldratt kuoli vuonna 2011.

### 2.2 Keskittyminen (FOCUS)

*“There is a famous story about a gentile who approached the two great Rabbis of the time and asked each, ‘Can you teach me all of Judaism in the time I can stand on one leg?’*

*‘The first Rabbi chased him out of the house, however, the second Rabbi answered: ‘Don’t do unto others what you don’t want done to you. This is all of Judaism, the rest is just derivatives. Go and learn.’*

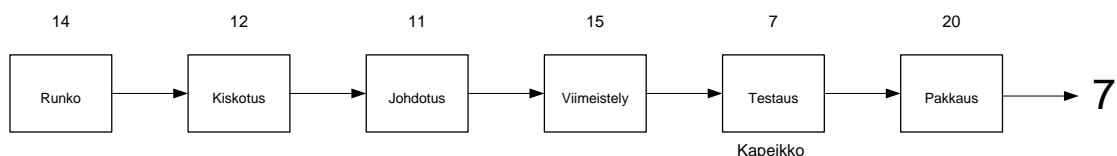
*Can we do the same; can we condense all of TOC into one sentence? I think that it is possible to condense it into a single word – focus.” (Goldratt 2010, p.3)*

Keskittyminen; tähän yhteen sanaan perustuu koko kapeikkoteorian menetelmät ja toimivuus. Keskittyminen väärin asioihin tai liian moneen asiaan kerrallaan voi johtaa turhaan työhön ja huonoihin lopputuloksiin yrittäessämme kehittää asioita. Kuten Goldratt mainitsee ”keskittyminen liian moneen asiaan on sama asia kuin ei keskittyisi mihinkään.” (Goldratt 2010, s. 3). Kuten edellä todettiin, on tärkeää tutkia koko prosessia avoimin mielin ja keskittyä vain yhteen systeemin osatoimintoon kerrallaan, jotta näemme muutosten todellisen vaikutuksen koko systeemiin.

## 2.3 Systeemiajattelu

Kapeikkoteoriassa kaikki järjestelmät käsitetään toisistaan riippuvien tapahtumien summana (Dettmer 1997). Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen systeemin tapahtuma on riippuvainen edellisestä tapahtumasta. Ajatellaan vaikka suunnittelu- tai valmistusprosessia, jossa seuraava vaihe ei voi alkaa ennen kuin edellinen vaihe on suoritettu (Goldratt & Cox 1984). Tämä on toisin sanoen sarja riippuvuuksia, eräänlainen ketju. Ketjun heikoin lenkki eli kapeikko määrittää järjestelmän läpimenon.

Otetaan tästä asiasta esimerkkinä tuotantolinja, johon kuuluu kuusi eri valmistusvaihetta, jotka on esitetty kuvassa 2.1. Näille luontaista on, että edellinen vaihe täytyy olla tehty ennen kuin seuraava vaihe voidaan aloittaa. Tuotantoprosessi alkaa laitteen rungon kasaamisella, jonka jälkeen on vuorossa kiskotus. Kiskotuksen jälkeen seuraa johdotusvaihe sekä ennen testausta oleva viimeistely. Testauksen jälkeen valmis laite voidaan pakata. Työvuoron aikana saadaan valmiiksi 14 kpl:tta runkoja, 12 laitetta, joihin on kiskotus tehty. 11:sta laitteeseen ehditään asentamaan johdotus ja 15 laitetta saadaan viimeistelyä. Vuoron aikana linjalla valmistetuista laitteista ehditään testata seitsemän ja pakkaamo ehti pakata 20 laitetta. Edellä mainitusta nähdään, että valmistusprosessin vaiheet eivät ole synkronoitu toistensa kanssa ja, että testaus on kapeikkona prosessissa. Koska prosessin kapeikko määrittää järjestelmän tuottaman tuloksen, ei työvuoron aikana saada valmistettua ja pakattua kuin seitsemän laitetta. Jos testaus ehtisi testata vain viisi laitetta vuoron aikana, tippuisi työvuoron aikana tuotantolinjalla valmistettujen ja pakattujen valmiiden laitteiden lukumäärä myös viiteen. Tämä riippumatta siitä, kuinka monta laitetta saataisiin tehtyä enemmän muissa vaiheissa.



*Kuva 2.1 Toisistaan riippuvien tuotantovaiheiden kapasiteetti työvuoron aikana. Kapeikko määrittää koko systeemin tuoton työvuoronaikana.*

Edellä mainitusta esimerkistä näemme, että yksi kapeikkoteorian perusteista “Kapeikossa hukattu tunti on koko järjestelmässä hukattu tunti ja kapeikon ulkopuolella saavutettu tunti on ihme” (Goldratt 2010, s.4). Toisin sanoen tehokkuuden lisääminen kapeikon ulkopuolisiin osa-alueisiin, esimerkiksi johdotusvaiheeseen, ei suoraan lisää koko järjestelmän tuottamien laitteiden lukumäärää.

Goldratt tuo esiin, että on virheellistä ajatella, että kapeikon ulkopuoliset osa-alueet eivät olisi järjestelmän kannalta tärkeitä. Ottaen huomioon sen, että järjestelmän osa-alueet ovat toisistaan riippuvia, kapeikon ulkopuolisten osa-alueiden huomioimatta jättämisellä voi olla negatiivinen vaikutus kapeikkoon pienentämällä järjestelmän kokonaistuottoa. Tämä asia voi pahimmillaan aiheuttaa sen, että kapeikko ”haukkaa tyhjää” ja koko järjestelmän tuotto laskee. ”Tyhjää haukkaaminen” tapahtuu kun kapeikon edessä olevasta puskurista loppuu kapeikossa työstettävät tuotteet ja näin ollen kapeikko ei voi toimia täydellä teholla. On äärimmäisen tärkeää, että kapeikon edessä on aina puskuri, jotta varmistetaan, että kapeikko tuottaa maksimimäärän tuotteita ja näin ollen sen ja koko prosessin tuotto maksimoidaan.

Kuten aiemmin mainittiin, on tärkeää keskittyä asioihin, mitkä vaikuttavat kapeikkoon. Peruseriaate on, että systeemin osa-alueet, mitkä eivät ole kapeikkoja voivat kuitenkin vaikuttaa kapeikkoon. Goldratt alleviivaa, että on erheellistä ajatella, että kapeikon ulkopuoliset osa-alueet eivät vaikuttaisi kapeikkoon.

*“Mikä tärkeää huomata, on, että vallitseva näkemys “enemmän on parempi” on totta vain kapeikon kohdalla. Järjestelmän muissa osa-alueissa, kapeikon ulkopuolella tämä näkemys on totta vain tiettyyn tasoon asti, mutta tämän tason yläpuolella enemmän on huonompi. Taso määräytyy järjestelmän osa-alueiden riippuvuussuhteiden mukaan, eikä sitä voida määrittää vain tarkastelemalla järjestelmän yksittäistä osa-aluetta. Kapeikon ulkopuolisissa osa-alueissa paikallinen optimointi ei ole yhtä kuin koko järjestelmän optimointi; panostaminen kapeikon ulkopuolisiin osa-alueisiin ei välttämättä lisää järjestelmän suorituskykyä.” (Goldratt 2010, p.4)*

Systeemiajattelussa on tärkeä ymmärtää, että mikä tahansa organisaatio kuten esimerkiksi jalkapallojoukkue onnistuu tai epäonnistuu joukkueena eikä joukkona toisistaan erillään olevina yksittäisinä ihmisinä. Samalla tavalla kuin videokuva kertoo meille tapahtuneesta



paljon enemmän kuin yksittäinen valokuva, kertoo systeemiajattelu meille selkeämmän kuvan koko prosessista. (Dettmer 2000, s. 4).

## 2.4 Erilaiset kapeikot

Kapeikon määrittäminen helpottuu, kun ymmärrämme millaisia kapeikoita on olemassa. Kapeikot voidaan jakaa kahteen pääkategoriaan, joista ensimmäinen on fyysinen kapeikko ja toinen on käytännöistä johtuva kapeikko. Näiden alle voidaan määrittää seitsemän varsinaista kapeikkoa (Schragenheim & Dettmer 2000, kappale 4):

- **Markkina:** ei tarpeeksi kysyntää tuotteelle tai palvelulle
- **Resurssi:** ei tarpeeksi ihmisiä, laitteita tai toimitiloja vastaamaan kysyntään
- **Materiaali:** määrällinen tai laadullinen saatavuusongelma
- **Toimittaja/ alihankkija:** vaihteleva saatavuus, toimitusajat liian pitkiä
- **Taloudellinen:** Kassavirta ongelma, jonka takia uusia materiaaleja ei voi ostaa, ennen kuin rahat on kotiutunut jo myydyistä tilauksista/ toimituksista.
- **Tietämys/ osaaminen:** Tietämys: tietoa tai tietämystä liiketoiminnan kehittämiseen ei ole. Osaaminen: Ihmisillä ei ole osaamista, jotta he voisivat toimia kilpailutilanteen mukaisesti.
- **Käytäntö:** Mikä tahansa Laki, määräys, asetus, sääntö tai toimintatapa mikä estää systeemin tuottamasta enempää tuotteita tai palveluja.

Tässä kohtaa on tärkeää huomata, että monesti kaikissa yllämainituissa kapeikoissa on taustalla käytäntö. Tämän takia kapeikkoteoria hyödyntävissä prosessikehityshankkeissa tulee aluksi keskittyä analysoimaan systeemiä ja tunnistaa siihen vaikuttavat asiat, etenkin se miten erilaisia käytäntöjä kohdistetaan systeemin ohjaamiseen. Vasta kun tilanne on kartoitettu, voidaan prosessia alkaa muuttamaan. Tätä asiaa käsitellään enemmän kohdassa Ajatteluprosessi.

Kapeikkojen lisäksi kapeikkoteoriassa tunnistetaan myös toisenlainen fyysinen rajoite liittyen resursseihin. Tämä tunnetaan englanninkielisessä kirjallisuudessa nimellä *Capacity constrained resource (CCR)*. Kyseessä on resurssi, joka ei vielä ole kapeikko,

mutta siitä voi tulla helposti sellainen, jos sen kapasiteettia ei ohjata tarkkaan (Umble & Srikanth 1990).

## 2.5 Teoreettinen lähestyminen

Tässä diplomityössä tutkitaan suunnitteluprosessia tarkemmin kapeikkoteorian näkökulmasta (*Theory of Constraints TOC*) (Goldratt 1988; Goldratt 1990b). Tämä teoria tunnetaan myös englanninkielisissä julkaisuissa nimillä *management by constraints* (MBC) (Ronen & Starr 1990 ja *constraints management* (CM) (Cox & Spencer 1998; Ronen & Starr 1990).

Prosessien ohjaukseen käytettävä kapeikko-ohjausmalli (MCB) on kapeikkoteoriakonseptin lopputulos, jonka esitti Israelilainen fyysikko Eliyahu M. Goldratt kirjassaan *The Goal*, vuonna 1984. Teoria on kehitetty hyödyntämällä sekä olemassa olevia, että uusia ideoita liittyen yleisiin prosessien ohjaamiseen. Goldrattin tapa yhdistää vanhoihin ideoihin uusia näkökulmia loi uuden käytännönläheisen lähestymistavan monimutkaisten järjestelmien ymmärtämiseen ja ohjaamiseen. Goldrattin teoriaa ymmärtää paremmin tutustumalla hänen kehittämiinsä työkaluihin, jotka kuvataan tässä työssä hieman myöhemmin. Tässä vaiheessa on tärkeää ymmärtää, että kapeikkoteoria ja kapeikko-ohjausmalli yhdessä muodostavat systeemiohjausmenetelmän (Dettmer 2000, s. 2).

*“TOC on moninäkökantainen järjestelmien menetelmäoppi (metodologia), jota on progressiivisesti kehitetty auttamaan ihmisiä ja organisaatioita miettimään ongelmia, tarjoamaan niihin läpimurtavia ratkaisuja ja ottamaan nämä ratkaisut onnistuneesti käyttöön”* (Mabin & Balderstone 2003, p.569).

Blackstone ja Rahman kuvaavat, että kapeikkoteoria on kokonaisvaltainen systeemin ohjausmalli, ja sen peruseriaate on asioiden luontainen yksinkertaistus. Jopa monimutkaisessa järjestelmässä, joka koostuu tuhansista ihmisistä ja laitteista, voi olla minä hetkenä hyvänsä vain hyvin vähän muuttujia – mahdollisesti vain yksi, joka tunnetaan järjestelmän pullonkaulana. Tämä rajoite (pullonkaula) rajoittaa järjestelmän

kykyä tuottaa enemmän järjestelmän tuottamia asioita (Blackstone 2010, s.150; Rahman 1998, s.337). Rahman summaa perustukset kapeikkoteorialle kahteen asiaan:

*1) Jokaisessa järjestelmässä täytyy olla vähintään yksi (mutta ei enempää kuin muutama) kapeikko, joka rajoittaa järjestelmän kykyä tuottaa enemmän järjestelmän tuottamaa tuotetta.*

Kapeikon määritelmä on, että se on *“mikä tahansa asia joka rajoittaa järjestelmää saavuttamasta korkeampaa suoritustasoa verrattuna sen päämäärään”* (Goldratt 1990b, p.4, 56-57). Ilman kapeikkoa järjestelmän tuotto olisi ääretön.

*2) Kapeikkojen olemassa olo mahdollistaa keskittymisen järjestelmän kehittämiseen.*

Koska kapeikot määrittävät koko järjestelmän tuottavuuden, kapeikon tuottavuuden kehittäminen parantaa suoraan koko järjestelmän tuottavuutta. Kapeikkojen tehokkaalla ohjaamisella, systeemin läpimenoa voidaan lisätä ilman, että joudutaan investoimaan lisäresursseihin. Useimmin käytetty analogia on, että ketjun heikon lenkin määrittelee ketjun vahvuuden ja vain heikoimman lenkin vahvistaminen yksistään voi vahvistaa koko ketjun vahvuutta. Näiden kahden kohdan lisäksi Womack & Flowers (1999, p.400) tuovat esiin kolme muuta perustavaa asiaa liittyen kapeikkoteoriaan.

*3) “Kaikki järjestelmät ja prosessit ovat toisistaan riippuvien tapahtumien summa.*

*4) ”Kapeikot voidaan luokitella, niiden aiheuttajien mukaan; suurin osa näistä aiheutuu organisaation sääntöjen, koulutuksen tai mittausten takia ja näitä kutsutaan menettelytapa kapeikoiksi (policy constraints). Edellä mainittujen syiden lisäksi, järjestelmässä voi esiintyä myös resursseista ja markkinoista johtuvia kapeikkoja, mutta nämä ovat yleensä hyvin marginaalisia tapauksia.”*

Suurin osa kapeikoista ei ole siis fyysisiä, (esimerkiksi tilan- tai resurssien puute) vaan monessa tapauksessa ne johtuvat menettelytavoista, (käytäntö, toimintatapa), jotka aiheutuvat esimerkiksi laista, säännöistä, määräyksistä tai ohjeistuksesta, jotka määrittävät mitä voimme ja mitä emme voi tehdä.

5) Jokainen kehitys mikä tehdään kapeikon ulkopuolelle, joko resurssi tai prosessi kehityksenä, ei lisää järjestelmän tuottavuutta.

Edellä mainitut yksinkertaiset mutta tehokkaat kohdat auttavat huomaamaan mihin kohtiin tulisi panostaa, jotta tehokkuutta voidaan parantaa koko järjestelmässä. Kuitenkin on yleistä, että organisaatiot jättävät huomioimatta nämä ohjenuorat investoimalla sellaisiin kehityshankkeisiin jotka vain parantavat järjestelmän yhden osa-alueen toimintaa eivätkä koko järjestelmän tehokkuutta. (Womack & Flowers (1999, p. 400).

## 2.6 Ajatteluprosessi (Thinking Process)

Kapeikkoteorian yhtenä tärkeimmistä työkaluista voidaan pitää ajatteluprosessi-menetelmää (Thinking process, TP), jonka Goldratt esitteli ensimmäisen kerran vuonna 1990 kirjassaan *The haystack syndrome*. (Goldratt 1990b; 1994). Ajatteluprosessin tarkoitus on auttaa vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

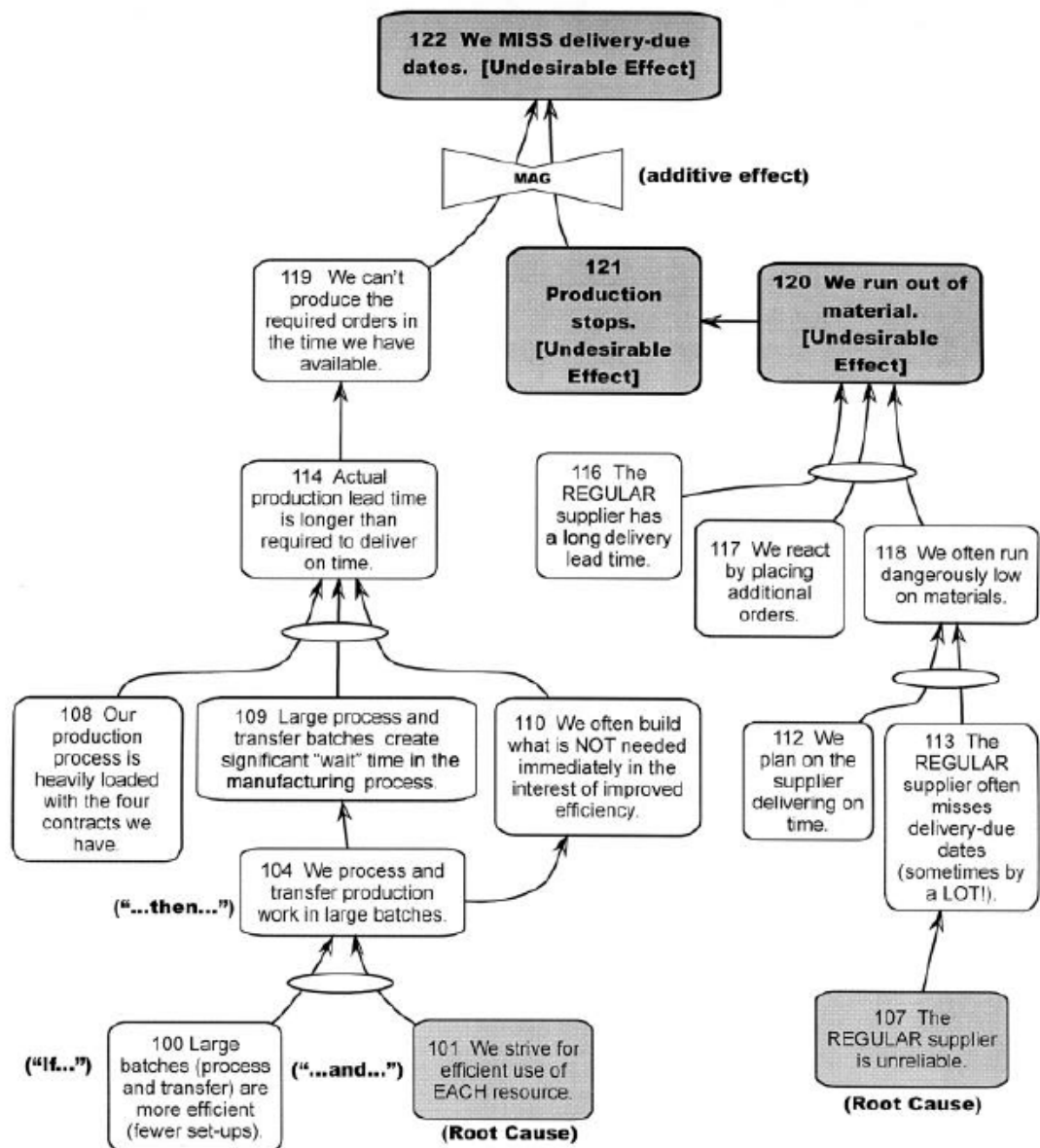
- Mitä muuttaa?
- Miten sitä pitäisi muuttaa?
- Miten muutos saadaan aikaan?

Walker ja Cox (2006) mukaan ajatteluprosessi tarjoaa myös keinot seuraaviin asioihin:

- Ongelman juurisyyn selvittämiseen
- Miten tunnistaa ja testata ratkaisut (ennen ratkaisun käyttöönottoa)?
- Uusien toimintatapojen ja – ohjeiden käyttöönottoon.
- Miten viestiä edellä olevat asiat välttämättä muutosvastarinta?

Ajatteluprosessia voidaan pitää muihin vastaaviin menetelmiin verrattuna ainutlaatuisena, koska se tuo ongelman tunnistamisen ja ratkaisun löytämisen lisäksi työkalut ratkaisun mallintamiseen sekä käyttöönottamiseksi (Dettmer 2000, s. 15). Ajatteluprosessiin kuuluvat seuraavat työkalut:

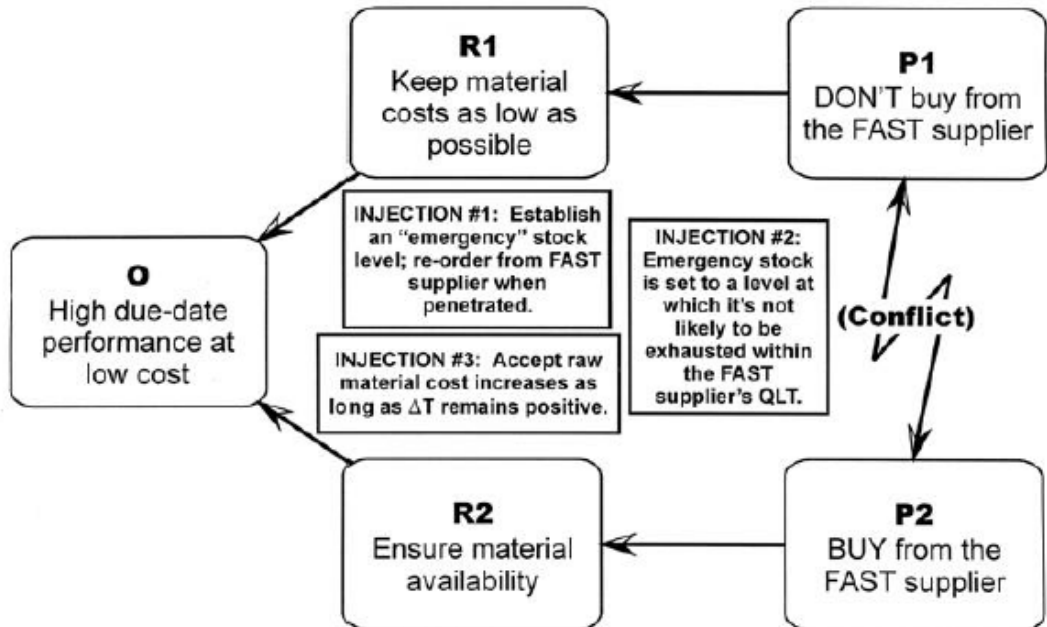
1. Nykytilan puu (Current Reality Tree, CRT) on suunniteltu tunnistamaan systeemin kapeikko varsinkin jos se on jonkinlainen käytäntö. Kuvassa 2.2 on esitetty tyypillinen Nykytilan puu.
2. Haihtuva pilvi (The Evaporating Cloud, EC, CRD) on konfliktin ratkaisumalli, mikä auttaa luomaan ratkaisuja piilossa olevia kapeikkoa haittaavia olevia konflikteja varten. Kuvassa 2.3 on esitetty tyypillinen Haihtuva pilvi.
3. Tulevaisuuden puu (Future Reality Tree, FRT) testaa ja todentaa potentiaaliset ratkaisumallit. Se tarjoaa loogisen varmennuskeinon, jolla varmistutaan, että ehdotettu ratkaisumalli toteuttaa halutun lopputuloksen. Kuvassa 2.4 on esitetty tulevaisuuden puu.
4. Negatiivinen oksa (Negative branch, NB) on oikeastaan osa edellisen kohdassa esiteltyä tulevaisuuden puuta. Se auttaa tunnistamaan ja välttämään uudet, tuhoiset vaikutukset, jotka voisivat olla seurauksia valitusta ratkaisusta. Kuvassa 2.5 on esitetty esimerkki negatiivisen oksan käytöstä.
5. Edellytysten puu (Prerequisite Tree, PRT) auttaa löytämään keinot halutun ratkaisun käyttöönottamiseksi ja tunnistaa siihen liittyvät vaikeudet. Kuvassa 2.6 on esitetty tyypillinen edellytysten puu.
6. Muutosten puun (Transition Tree, TT) avulla löydetään tapa edetä käyttöönotossa askel-askeleelta, niin, että ne jotka varsinaisesti vievät käytäntöön uudet ratkaisut, ymmärtävät niiden vaikutuksen ja toimivuuden. Kuvassa 2.7 on esimerkki muutosten puusta.



Kuva 2.2. Nykytilan puu (CRT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000.

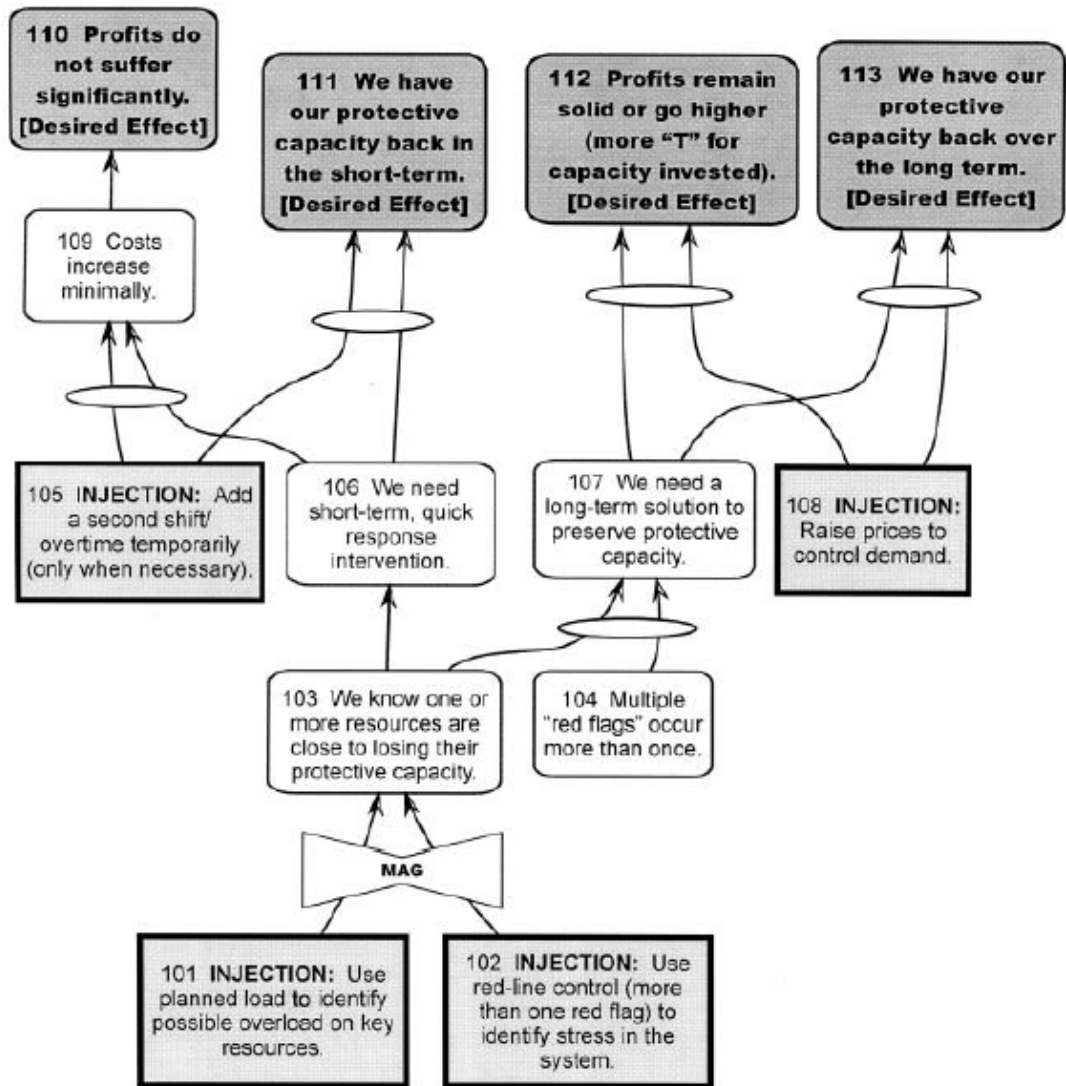
**ASSUMPTIONS:**

1. The FAST supplier is more expensive than other supplier
2. Buying from the FAST supplier is ALWAYS more costly
3. Purchase costs are significant
4. All cost savings are important

**ASSUMPTIONS:**

5. The regular supplier is unreliable
6. The regular supplier takes too long to deliver
7. We never know about peak demands in time to order from the regular supplier
8. Purchase cost is less important than the cost of a missed delivery

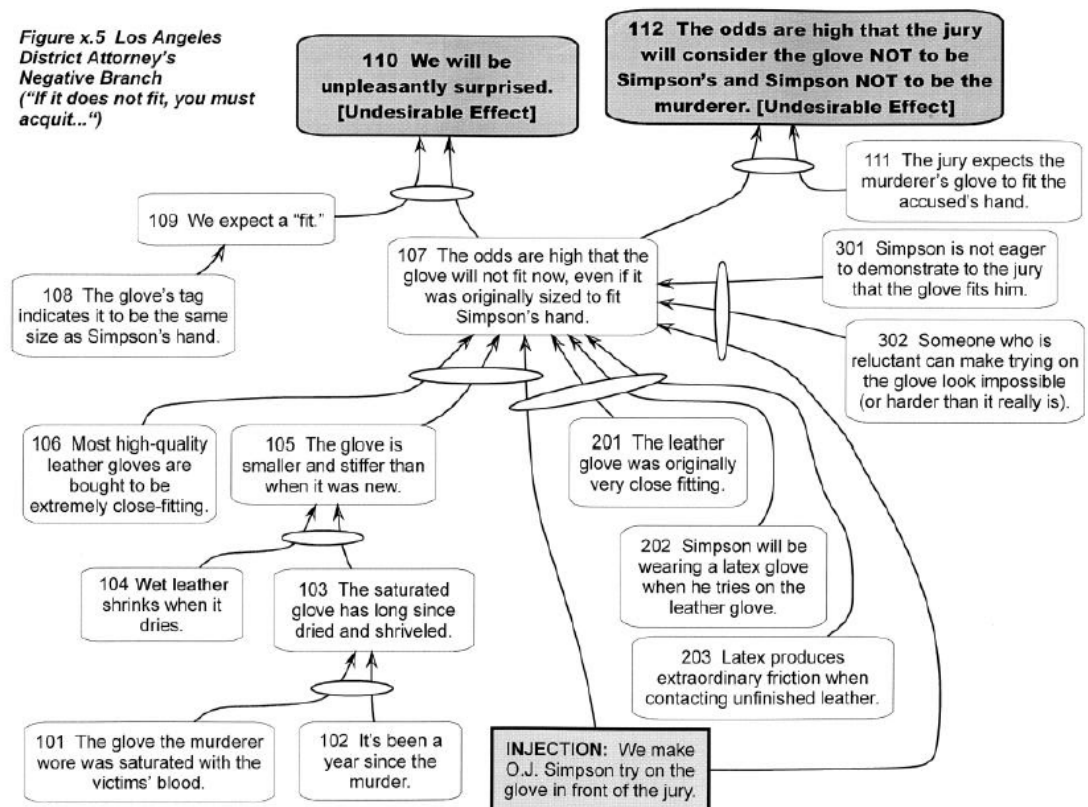
Kuva 2.3. Haihtuva pilvi (EC, CRD) mukailleen Schragenheim ja Dettmer, 2000.



Kuva 2.4. Tulevaisuuden puu (FRT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000.



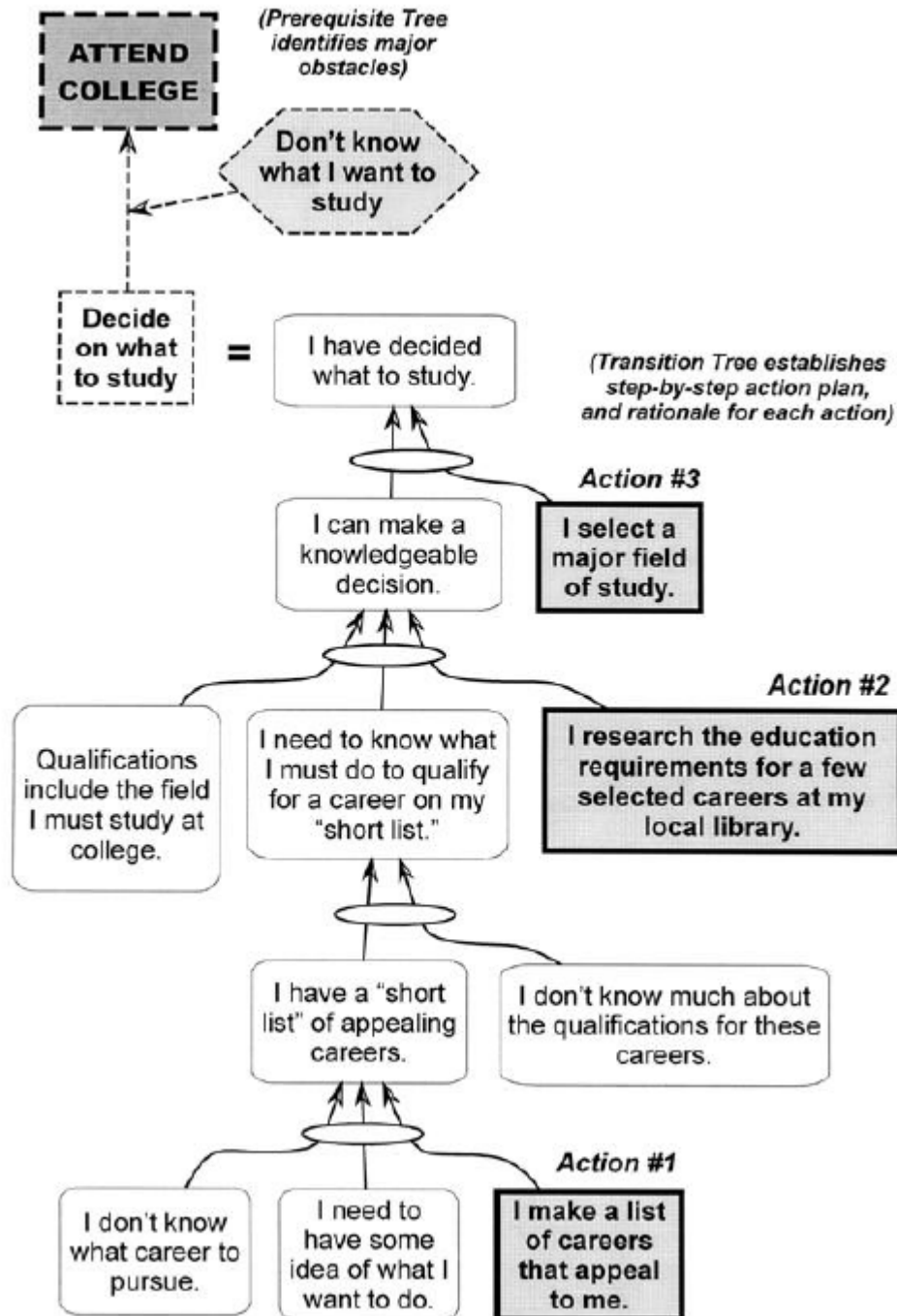
Figure x.5 Los Angeles District Attorney's Negative Branch ("If it does not fit, you must acquit...")



Kuva 2.5. Negatiivinen oksa (NB) mukailleen Schragenheim ja Dettmer, 2000.



Kuva 2.6. Edellytysten puu (PRT) mukailleen Schragenheim ja Dettmer, 2000.



Kuva 2.7. Muutosten puu (TT) mukaillen Schragenheim ja Dettmer, 2000.

Ajatteluprosessi aloitetaan useasti luomalla välitavoitekartta (IO-map). Välitavoitekartan avulla pyritään hahmottamaan ne asiat joiden avulla saavutetaan haluttu päämäärä. Tässä työssä käytetty välitavoitekartta on sen suuren koon vuoksi liitteenä (Liite 2.1). On oleellista, että ennen ajatteluprosessin aloittamista on suoritettu prosessikävely ja tunnistettu, ne asiat jotka kussakin prosessin osa-toiminnossa estävät tai häiritsevät niitä

tuottamasta enempää. Tässä työssä tavoite oli saavuttaa ketterä, asiakkaan huomioiva tilaus-toimitusprosessi luotettavalla toimitusvarmuudella. Asiakkaan huomioiminen tässä yhteydessä tarkoitti mm. sitä, että pystyisimme vastaamaan paremmin asiakkaan omaan aikatauluun ja sopeuttamaan oman toimitusmallimme asiakkaan tarvitseman hyväksyntäajan mukaan. Tämän jälkeen on tärkeä tunnistaa ne ylätasoon kategoriat, jotka mahdollistavat halutun lopputuloksen. Näitä kutsutaan kriittisiksi menestystekijöiksi (Critical success factor). Tässä työssä kriittisiksi menestystekijöiksi tunnistettiin seuraavat asiat:

- Tilaukset oltava teknillisesti ja kaupallisesti selkeitä.
- Läpinäkyvä ja selkeä projektinhallinta
- Materiaalien ja dokumenttien laatu ja saatavuus
- Muutoshallinta sisäisille- ja ulkoisille muutoksille.

Välitavoitekarttaan hahmotetaan seuraavaksi ne asiat, joilla mahdollistetaan edellisen kohdan toteutuminen (Kuva 2.8). Näitä kutsutaan pakollisiksi olosuhteiksi (Necessary conditions). Lisäksi on syytä kuvata ne ei-toivotut ilmiöt (Undesired effects, UDE), jotka nykyisessä systeemissä aiheuttavat siihen häiriöitä ja näin estävät edellä määritetyn pakollisen olosuhteen toteutumisen.

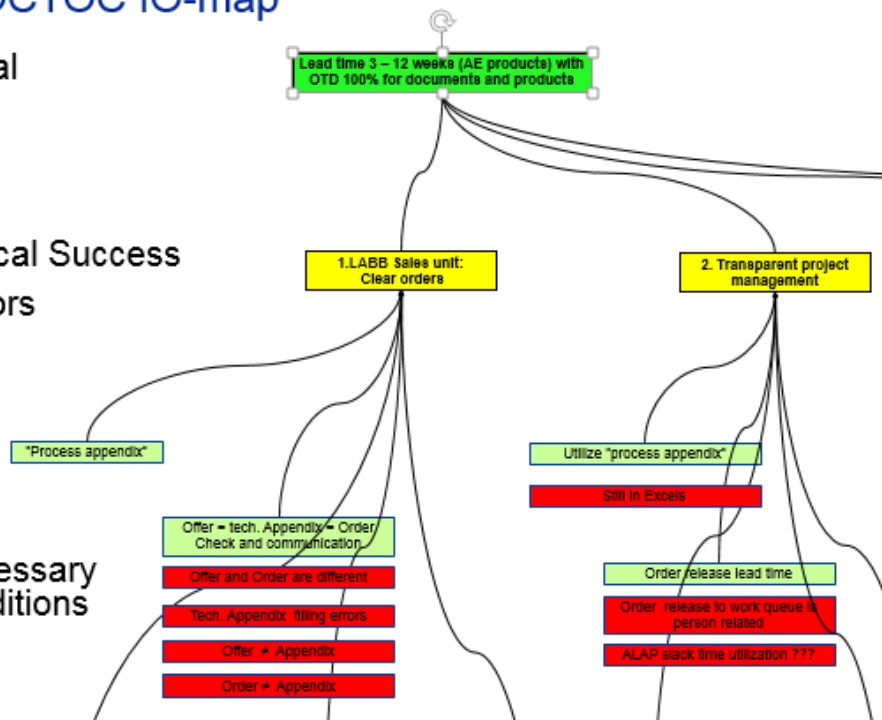
Nykytilanpuu (Current reality tree, CRT) tarjoaa keinon tunnistaa ongelman juurisyyn, toisin sanoen sen mitä meidän tulisi muuttaa nykyisessä prosessissa. (Rahman 1998). Tässä työssä käytetyt nykytilanpuut on esitetty kokonaisuudessaan liitteissä 2.2 ja 2.3. Kuvassa 2.9 on esitetty esimerkki tilausten kirjaamiseen liittyvistä ongelmista.

## TOCTOC IO-map

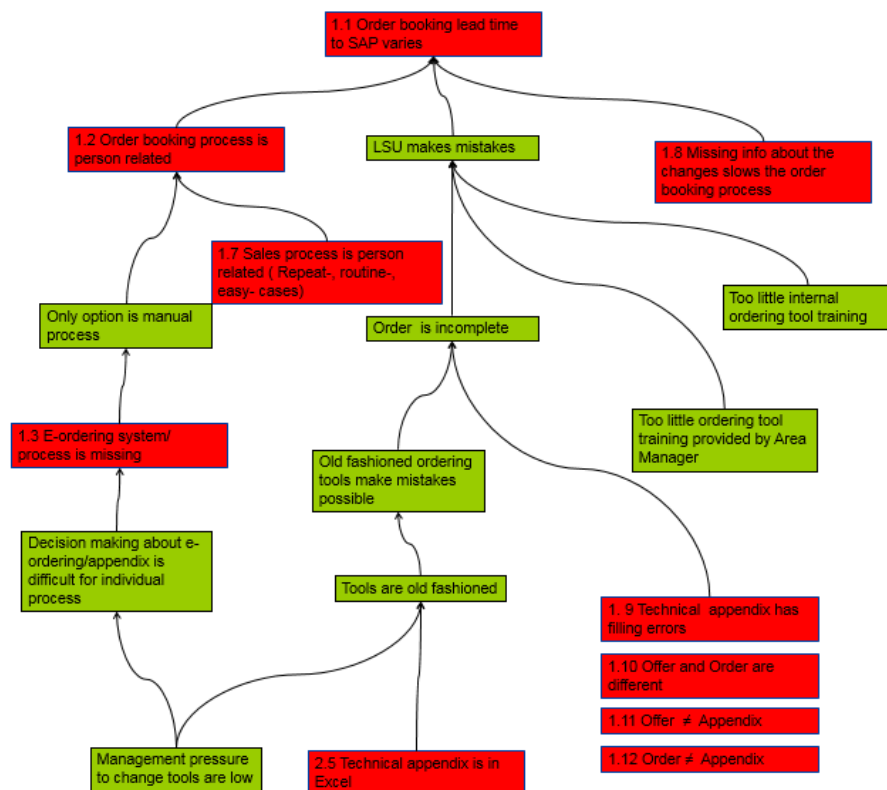
Goal

Critical Success factors

Necessary conditions



Kuva 2.8. Osasuurennos välitavoitekartasta. Vihreällä merkitty päämäärä, keltaisella kriittiset menestyksen avaimet, vaalean vihreällä pakolliset olosuhteet, sekä ei toivotut ilmiöt punaisella.

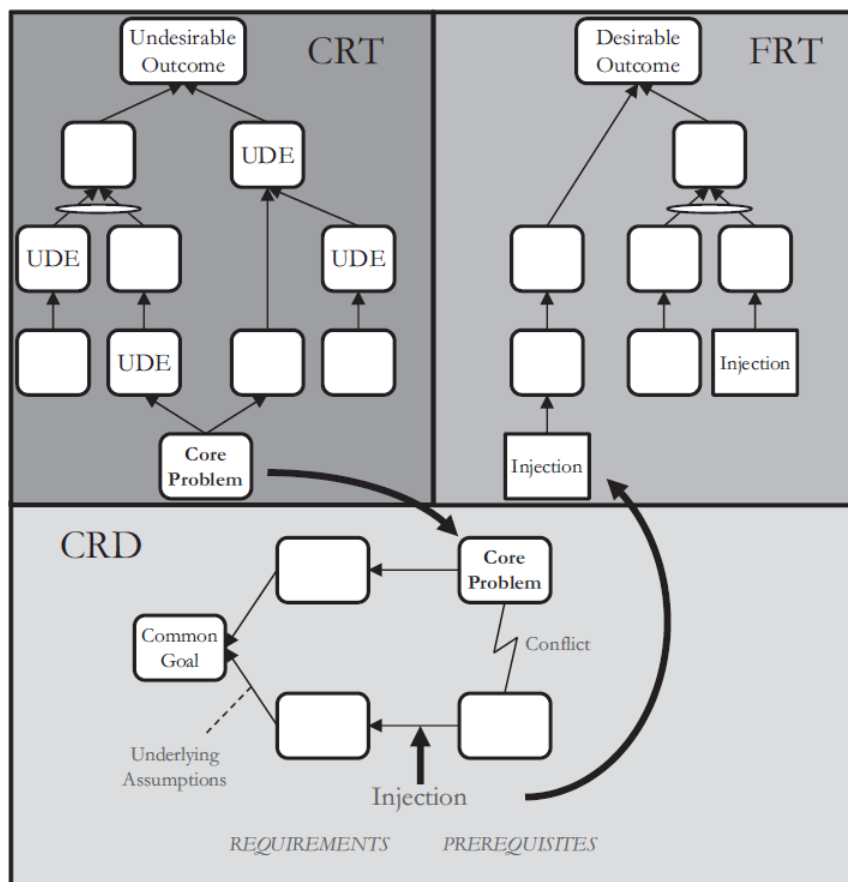


Kuva 2.9. Nykytilan puu (CRT), missä on esitelty tilausten kirjaamisen liittyviä ongelmia.

Konfliktien ratkaisukuvaajaa (CRD) käytetään kuvaamaan millä ehdoilla konflikti on ratkaisutavissa.

Nykytilanteen sekä konfliktien ratkaisun kuvaamisen jälkeen voidaan muodostaa tulevaisuuden puu (FRT), jolla saadaan mallinnettua loogisesti miten ehdotetut muutokset tuottavat halutun lopputuloksen (Dettmer 2000, s. 15). Voidaan siis sanoa, että CRD ja FRT vastaavat toiseen kysymykseen miten systeemiä pitäisi muuttaa.

Tulevaisuuden puun kuvaamisen jälkeen voidaan siirtyä varsinaisten työpakettien tekemiseen. Työpaketeissa tehdään varsinainen muutostyö luomalla esimerkiksi uusia ohjeistuksia tai toimintamallin kuvauksia. Tämä vaihe on erittäin tärkeä, koska sen sääntöjä ja ohjeistuksia tullaan käyttämään systeemissä. Valmistelemalla huolellisesti tämän kohdan asiat voidaan minimoida muutosvastarinta, joka on yleistä jokaisessa organisaatiossa.



Kuva 2.10. Ajatteluprosessi-menetelmän työkalujen toimintamalli mukaillen Watson 2007, s. 395.

## 2.7 Jatkuvan parantamisen malli

Pakollisten olosuhteiden (Necessary conditions) tunnistamisen jälkeen on syytä soveltaa jatkuvan parantamisen mallia (*five focusing steps*), jotta edetään kokoajan vääjäämättömästi kohti tilannetta, jossa pakolliset olosuhteet täyttyvät. (Goldratt, 1986, s. 307)

Goldratt loi jatkuvan parantamisen mallin, jotta varmistutaan, että johto pitää ns. ”silmänsä pallossa” ja ymmärtää mikä on tärkeintä menestyksen kannalta: systeemin kapeikko. Goldrattin menetelmän askeleet ovat samanlaisia kuin Shewhart:n mallissa: Suunnittele-tee-tarkista/ tutki-toimi (Deming, 1986). Nämä muodostavat jatkuvan ympyrän ja tarkoitus on, että kun askeleet on ensimmäisen kerran käyty läpi, aloitetaan uudestaan ensimmäisestä askeleesta. Jatkuvan parantamisen mallin askeleet ovat seuraavat (Schrage & Dettmer, 2000, kappale 2):

1. **Tunnista (Identify).** Ensimmäinen askel on *tunnistaa systeemin kapeikko*. Mikä rajoittaa systeemin suorituskykyä nyt? Onko se systeemin sisäinen (resurssi, käytäntö) vai onko se ulkopuolinen (markkina, materiaalien saatavuus, toimittaja)? Kun kapeikko on tunnistettu, poista se jos se onnistuu helposti eikä vaadi esimerkiksi isoa investointia. Suorita tämän jälkeen ensimmäinen askel uudestaan. Jos tunnistettua kapeikkoa ei voida poistaa helposti siirry toiseen askeleeseen.
2. **Hyödynnä (Exploit).** Selvitä miten voit hyödyntää kapeikkoa eniten, jolloin siitä saadaan irti maksimi suoritus ilman, että siihen investoidaan lisää pääomaa. Esimerkkinä voidaan ottaa tilanne missä kapeikon muodostaa markkinoiden kysyntä (ei tarpeeksi myyntiä), tarkoittaa hyödyntäminen sitä, että haalitaan lisää kauppaa markkinoilta. Toisaalta jos kapeikkona on sisäinen resurssi, tulee pyrkiä siihen, että resurssia käytetään maksimaalisesti eikä sitä pidetä ns. tyhjäkäynnillä. Tämä voi tarkoittaa prosessin laadullisia parannuksia, työvaiheiden ja tuotantovirtauksen uudelleen suunnittelua tai tuotevalikoiman (tuotevariaatioiden painokertoimien) muuttamista. Kapeikon hyödyntäminen pitäisi olla toiminnallisen suunnitelman ydin, jotta varmistutaan, että systeemistä saadaan

tällä hetkellä maksimaalinen tuotto. Tästä syystä systeemin esimiesten tulee suunnitella, miten kapeikkoa voidaan hyödyntää ja kertoa siitä alaisille, jotta jokainen heistä ymmärtää hyödyntämissuunnitelman vaikutuksen ja mitä se tarkoittaa heidän työtehtäviin.

3. **Alista (Subordinate).** Kun päätös miten kapeikkoa voidaan hyödyntää on tehty, *tulee kaikki muut toiminnot alistaa tälle päätökselle.* Tämä on samalla tärkein ja vaikein asia saavuttaa jatkuvan parantamisen askeleista. Miksi se on niin vaikea saavuttaa? Se vaatii jokaiselta työntekijältä ja systeemin osa-alueelta, huolimatta siitä, että ne eivät suoraan olisi tekemisessä kapeikon kanssa, alistumaan ts. laittamaan toissijaiseksi oman työtehtävänsä tehokkuuden maksimoimisen, tulokselliset tavoitteet (mittarit) ja jopa joissain tapauksissa oman egonsa. Tämän vaiheen onnistuminen vaatii jokaiselta aina ylimmästä johdosta alaspäin hyväksymään ajatuksen, että ylikapasiteettia ei voida hyväksyä systeemin toiminnoissa. Se on oikeastaan hyvä ja välttämätön huomio!

Alistaminen muuttaa jokaisen toiminnon, joka ei ole kapeikko, tukitoiminnoksi varsinaisille kapeikoille. Tämä voi aiheuttaa ongelmia yrityksen jokaisella tasolla. Suurimmalle osalle ihmisistä on vaikeaa ymmärtää, että he ja/tai heidän osuutensa organisaatiossa ei ole yhtä tärkeää systeemin menestykselle kuin muiden. Tämän seurauksena tukitoiminnoissa työskentelevät ihmiset vastustavat omiin työtehtäviin liittyviä muutoksia, jotka ovat välttämättömiä, jotta kapeikon ulkopuolinen systeemi saadaan alistettua sille. Tämän takia kolmannen askeleen suorittaminen on niin vaikeaa.

4. **Kasvata (Elevate).** Kasvata tarkoittaa tässä kohtaa, että lisätään kapeikon kapasiteettia, jotta saavutetaan lisää systeemin kokonaistuottoa. Jos kapeikko on sisäinen resurssi, tarkoitetaan tällä kohdalla sitä, että järjestetään resurssille enemmän aikaa tehdä tuottavampaa työtä. Tyypillisimmät vaihtoehdot tämän asian ratkaisemiseksi ovat työntekijöiden tai työkoneiden määrän lisääminen tai ylitöiden tai työvuorojen lisääminen kunnes kaikki 24 vuorokauden tuntia on käytössä.



Jos kapeikkona on markkinoiden kysyntä, ts. myyntiä ei ole tarpeeksi, kasvattaminen voisi tarkoittaa panostamista markkinointikampanjaan, tai uuden tuotteen esittelyä myynnin kasvattamiseksi. Joka tapauksessa kasvattaminen sen eri merkityksissä tarkoittaa aina sitä, että saadaksemme enemmän rahaa tulee meidän sijoittaa systeemin kapeikkoon rahaa.

Ennen seuraavan askeleen ottamista on tärkeää tunnistaa, mikä voisi olla seuraava kapeikko. Helpoin tapa tämän tunnistamiseen on tehdä kolme ensimmäistä askelta ns. ”päässä” ennen kuin varsinaisesti kasvatamme ensimmäistä kertaa kapeikkoa. Tämä on tärkeää, jotta tiedämme tehdä oikeat investoinnit kapeikkoon huomioiden niiden vaikutuksen ja jopa hyödyntämisen tulevassa kapeikossa.

#### **5. Mene takaisin 1. askeleeseen, mutta varo systeemin hidastumista (inertiaa).**

Vaikka ”hyödynnä”- ja ”alista” - askeleet eivät murtaisi kapeikkoa, niin todennäköisimmin ”kasvata” – askel tekee sen, ellei tarkkaan harkittua päätöstä ole tehty, millä rajataan ”kasvata” – vaiheen toimenpiteitä. Joka tapauksessa on tärkeää palata ”alista”- ja ”kasvata” vaiheiden jälkeen uudelleen ensimmäiseen askeleeseen tunnistaksemme, missä uusi systeemin kapeikko sijaitsee tai vahvistaaksemme sen, että aiemmin tunnistettu kapeikko on edelleen systeemin kapeikko.

On huomattava myös, että joskus kapeikko siirtyy myös ulkoisesta vaikutuksesta eikä ainoastaan suunniteltujen toimenpiteiden vuoksi. Esimerkkinä tästä voidaan ottaa tilanne, missä markkinoiden kysynnän muuttuminen voi johtaa tilanteeseen, missä yritys muuttaa tuotetarjontaansa johtaen kapeikon siirtymiseen uuteen paikkaan systeemissä. Vaikka tällaista ei kovin usein tapahtuisi, on hyvä aika ajoin palata ensimmäiseen askeleeseen varmistuaksemme siitä että pitämämme systeemin kapeikko on edelleen se joka rajoittaa systeemiä.

Tämän askeleen varoitus inertiaasta tarkoittaa oikeastaan ”Älä tule tyytyväiseksi tilanteeseen”. Tähän on kaksi syytä. Ensimmäiseksi kun kapeikko siirtyy, toimenpiteet tai käytännöt jotka otimme käyttöön ”hyödynnä”- ja ”alista” – askeleissa alkuperäistä kapeikkoa varten, eivät välttämättä ole enää parhaita asioita koko systeemin kannalta. Jos emme arvioi tilannetta uudelleen, emme



## 3 Yritysesittely

### 3.1 ABB

ABB ltd on pörssinoteerattu, monikansallinen yritys, jonka liiketoiminta keskittyy sähkövoima- ja automaatioteknologiaan. Yhtiön tavoite on auttaa asiakkaita hyödyntämään sähköä tehokkaasti, tuottavasti ja ympäristöystävällisesti. Yhtiö tarjoaa laajan määrän tuotteita ja palveluita muun muassa sähkön tuottamiseen, siirtämiseen ja jakeluun sekä teollisuuden automatisointiin ja prosessien tehostamiseen. (ABB Ltd Corporate Communications 2013, s.62.)

ABB group on perustettu vuonna 1988 ruotsalaisen ASEA AB:n ja sveitsiläisen BBC Brown Boveri AG:n yhdistyessä. Vuonna 1999 perustettu ABB Ltd on emoyhtiö ABB Groupille, joka vuonna 2013 koostui 395 tytäryhtiöstä. ABB toimii noin sadassa maassa, ja sen pääkonttori on Zürichissä, Sveitsissä. Suomen ABB Oy on yksi tytäryhtiöistä ja se toimii yli 30 paikkakunnalla. Tehtaat sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. ABB Groupin palveluksessa työskentelee lähes 150 000 työntekijää, joista Suomessa yli 5000 henkilöä. (ABB Ltd Corporate Communications 2013, s.62.)

ABB on jaettu viiteen globaaliin divisioonaan: Power Products (sähkövoimatuotteet), Power Systems (sähkövoimajärjestelmät), Discrete Automation and Motion (automaatit tuotteet), Low Voltage Products (pienjännitetuotteet) ja Process Automation (prosessiautomaation). Divisioonien tuottama yhteinen liikevaihto 42 miljardia dollaria, ja tämän jakautuminen divisionien välillä on kuvassa 3.1.

- Discrete Automation and Motion, 22%
- Low Voltage Products, 17%
- Process Automation, 19%
- Power Products, 24%
- Power Systems, 18%



*Kuva 3.1. Liikevaihdon jakautuminen eri divisioonien välillä. (ABB Ltd Corporate Communications 2012, s.9.)*

Divisioonat palvelevat kahta ydinmarkkinaa: sähkö- ja automaatio. Sähkömarkkinoilla ensisijainen kysynnän ajuri on kasvava tarve luotettavasta sähköstä, jolla voidaan tukea taloudellista kasvua ja vastata ilmastohaasteeseen. Uusiutuvan energian käyttö ja tehokkaat sähköjärjestelmät lisäävät kysyntää. Automaatiomarkkinoilla kysyntä kohdistuu tuotteisiin ja palveluihin, joilla voidaan parantaa laatua, energian hyötysuhdetta ja tuottavuutta teollisuuden sovelluksissa. (ABB Ltd Corporate Communications 2012, s. 44-45.)

ABB on johtava yritys omalla alallaan; sen kannattavuus ja liikevaihdon kasvu on suurempaa kuin useimmilla kilpailijoilla. Yhdeksi ABB:n liiketoiminnan menestystekijäksi voidaan nimetä sen globaali toiminta, jota tuetaan lokaalilla osaamisella. Paikalliset tuotekehitysyksiköt pystyvät vastaamaan asiakkaan odotuksiin, tai jopa ylittämään ne, reagoimalla nopeammin asiakkaan tarpeisiin kuin muut paikalliset toimijat. Investoimalla yrityskauppoihin ABB on hankkinut jalansijaa ja kasvattanut osaamista uusilla markkinoilla. (ABB Ltd Corporate Communications 2012), 4)

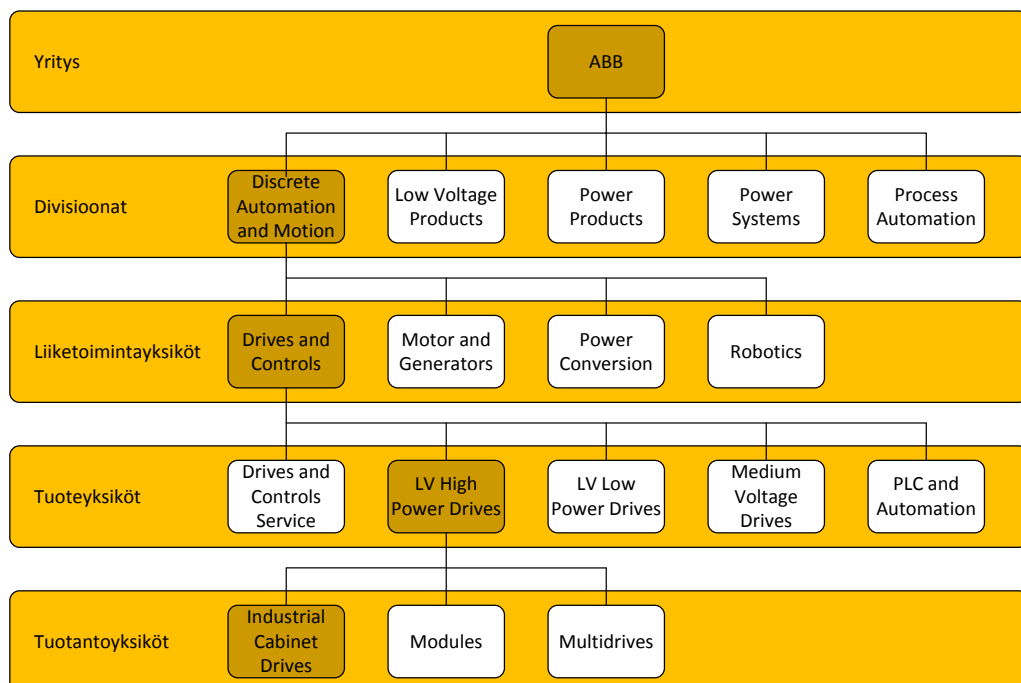
Sijoittaminen tuotekehitykseen, johon vuonna 2012 käytettiin 3,7 % liikevaihdosta, on edistänyt ABB:n asemaa teknologian edelläkävijänä sekä johtanut innovaatioiden ja uusien tuotteiden kehittämiseen. Teknologista kokemusta ja osaamista voidaankin pitää yhtenä tärkeimmistä ABB:n kilpailueduista. Se mahdollistaa myös mukanaolon

kehittämässä tulevaisuuden sovelluksia, kuten tuotteita sähköautoihin. (ABB Ltd Corporate Communications 2012, s. 6.)

Asiakastyytyväisyys on ABB:n ensisijainen tavoite. Tätä pyritään kehittämään parantamalla erityisesti reagointikykyä ja läpimenoaikoja. (ABB Ltd Corporate Communications 2012, s. 6) Kilpailun kasvaessa jokaisella markkinalla on haasteena pysyä kilpailukykyisenä. Toimintaa pyritään kehittämään suunnittelemalla uusia tuotteita ja palveluita asiakkaalle sekä parantamaan yrityksen sisäisiä toimintatapoja.

## 3.2 Drives

Drives and Controls on liiketoimintayksikkö, joka kuuluu Discrete Automation and Motion – divisioonaan (DM). Divisioonan tuotetarjontaan kuuluu mm. taajuusmuuttajat, moottorit ja ohjelmoitavat logiikkakontrollerit. Yksikössä työskentelee noin 6300 ihmistä yli 80 maassa. Liiketoimintayksiköllä on kaksitoista tehdasta, joista Suomen Helsingin tehtaalla valmistetaan vaihtovirtataajuusmuuttajia (AC Drives). (ABB 2013.)



Kuva 3.2. Industrial Cabinet Drives – tuotantoyksikön sijoittuminen ABB:n organisaatiokaaviossa.

Taajuusmuuttajaa käytetään moottorin pyörimisnopeuden ja vääntömomentin ohjaamiseen. Portaattoman säätelyn ansiosta taajuusmuuttajan käyttö säästää energiaa.

ABB:n asentamat taajuusmuuttajat säästivät vuonna 2012 noin 355 TWh, joka vastaa yli 85 miljoonan eurooppalaisen kotitalouden vuoden sähkönkulutusta. Vaikka taajuusmuuttajia hankkineelle yritykselle säästöt energiatehokkuuden kasvusta voivat olla suuria, vain kymmenen prosenttia maailman käytössä olevista moottoreista on varustettu taajuusmuuttajalla. (ABB 2012)

Drives and Controls – liiketoimintayksikkö palvelee niitä teollisuuden aloja, joiden käytössä on moottoreita. Taajuusmuuttajien käyttökohteita ovat muun muassa hissit, ilmanvaihtojärjestelmät, paperi- ja kaivinkoneet, jätevesipumput ja laivat. Liiketoimintayksikkö voidaan jakaa viiteen tuoteyksikköön: LV Low Voltage Drives, LV High Power Drives, Medium Voltage Drives, PLC and Automation ja Drives and Controls Service.

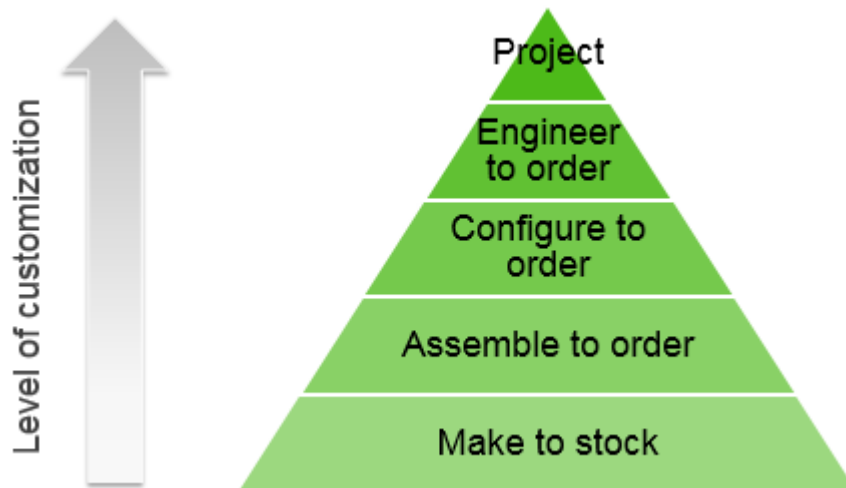


*Kuva 3.3. ACS880 tuoteperheen tuotteita.*

### 3.3 Industrial Cabinet Drives

Industrial Cabinet Drives tuotantoyksikkö (ICD) on LV High Power Drives tuoteyksikkö (HPD). Edellä mainitun lisäksi siihen kuuluvat myös Multidrive sekä System modules tuotantoyksiköt. Industrial Cabinet Drives tuotantoyksikön liikevaihdosta puolet tulee vakiotuotteiden myynnistä ja puolet asiakasräätälöidyistä tuotteista. System modules tuotantoyksikön tuotteet ovat täysin vakiotuotteita kun taas Multidrive tuotteet ovat aina asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita. Industrial Cabinet Drives-tuotteet ovat pienjännitteellä toimivia (< 1000 V) taajuusmuuttajia. Tuotteet ovat erilliskäyttöjä, joten yhdellä käytöllä ohjataan aina yhtä moottoria. Multidrive-tuotteilla voidaan ohjata useita moottoreita, koska yhteiseen DC-väylään on kytketty useita moottorin ohjaamiseen soveltuvia invertterimoduuleita. Industrial Cabinet Drives-tuotteet ovat aina kaappiin asennettuja taajuusmuuttajakäyttöjä, jotka sisältävät varsinaisen taajuusmuuttajamoduulin lisäksi tulopuolen suojauksen sekä mahdollisia muita ohjauksia ja optiota kuten moottorin lämpötilan valvontaan sekä tulo ja lähtöpuolen verkkosuotimia. Vakiona saatavien erilaisten optioiden lukumäärä on noin 100 riippuen peruslaitteesta. Näiden lisäksi laitetta voidaan muuttaa, niin sähköisesti, mekaanisesti tai ohjelmallisesti tilaussuunnittelun toimesta täyttämään asiakkaiden vaatimukset.

Industrial Cabinet Drives tuotantoyksikön tuotteet voidaan jakaa kahteen eri sukupolven tuotteisiin. Vuonna 2004 esitelty ACS800 tuotesukupolvea ollaan parhaillaan uudistamassa uudella ACS880 tuotesukupolvella vuosien 2013 – 2017 aikana. Kuten edellä mainittiin, on puolet tuotteista vakioita ja puolet asiakkaan mukaan räätälöityjä. Vakiotuotteet eivät kuitenkaan ole ”make-to-stock” tuote kuten HPD tuoteyksikön sisaryksikön, Low Power AC tuoteyksikön (LAC) seinällä asennettavat taajuusmuuttajat tyypillisesti ovat. Industrial Cabinet Drives vakiotuotteet valmistetaan aina tilauksen mukaan, joten ne ovat ”assemble-to-order” tuotteita. Tilaussuunnittelu vaativat tuotteet suunnitellaan asiakkaan vaatimusten mukaan yksilöllisesti, joten ne ovat tyypillisiä ”engineer-to-order” (kuva 3.4).



*Kuva 3.4. Taajuusmuuttajien räätälöinnin määrä eri tuotekategorioiden välillä (Naukkarinen 2013).*

Tarjotakseen kustannustehokkaan tuotteen asiakkaan tarpeiden täyttämiseksi, on moottorin ja taajuusmuuttajan mitoitus tehtävät optimoiden kuhunkin sovellukseen tarvittavat teho. Näin ollen Industrial Cabinet Drives tuotteiden tehoalue on markkinoiden laajin kattava vakiona moottoritehot 45 - 2800 kW. Näiden lisäksi pienempi tehoisia taajuusmuuttajamoduuleita on mahdollista saada tilaussuunnittelun kautta kaappiin asennettuna. HPD tuoteyksikön tuotteet on suunniteltu teollisuuden erialoille vastaamaan eri sovellusten tarpeisiin, kuten metalli-, paperi-, öljy-, kaivos-, laivanrakennus-, satama ja sähkövoimalateollisuudelle sekä erilaisiin prosessiteollisuuden tarpeisiin.

### **3.4 Tilaussuunnittelu**

Tilaussuunnittelutiimi koostuu 15 suunnittelijasta, joiden tehtävänä on vastata kustakin projektista itsenäisesti. Suunnittelijat valmistavat suunnittelun yhteydessä asiakas- ja tuotantodokumentation, jotka koostuvat taajuusmuuttajakäytön piirikaavioista, mittakuvista, sekä osaluettelosta, joka pitää sisällään sekä sähköiset- ja mekaaniset osat. Näiden lisäksi suunnittelija tekee tarvittavat ohjeistukset laitteen valmistukseen liittyen tuotantolinjaa varten. Suunnittelijoilla on yleensä sähkötekniikan insinööritutkintotutkinto ja soveltuva työkokemus. Osalla suunnittelijoista tutkintoa ei ole vaan he ovat ns. pitkän linjan ammattilaisia, ts. heillä on yli 10 vuoden kokemus taajuusmuuttajakäyttöjen valmistuksesta ja koestamisesta. Suunnittelukokemusta tiimin



jäsenillä oli työn aloitushetkellä alle yhden vuodesta aina yli 15 vuoden suunnittelukokemukseen. Keskiarvona voidaan pitää tässä kohtaa n. 4 vuoden kokemusta.

Tuotteiden osalta tiimin päävastuulle kuului ACS800 tuotteen suunnittelu. Tehoalue suunniteltavissa tuotteissa on 45 kW – 2800 kW. Tuotesukupolveen kuuluu normaalin teollisuuskäytön (ACS800-07) lisäksi verkkoon jarruttava ACS800-17 sekä häiriöaltisiin verkkoihin tarkoitettu ACS800-37 käyttö. Suunnitteluosaston päävastuulla oli siis ACS800 tuote, mutta tämän lisäksi suunnittelutiimi tuki toisia, pienimpiä yksiköitä tilaussuunnittelutarpeissa. Näin ollen myös aurinkoinvertteri- (PVS800) sekä tuuliturbiinigeneraattorikäytöt kuuluivat osaston vastuualueelle.

Kuten edellä mainittiin, tilaussuunnittelutiimin tehtävänä on suunnitella asiakkaan tarpeisiin soveltuva laite hyödyntäen suunnittelussa pohjana vakiotuotetta. Tekniset vaatimukset voivat olla sähköisiä muutoksia kuten oveen asennettavia merkki- ja valvontakojeita, erilaisia releohjauspiirien avulla toteutettavia ohjauksia ulkoisille toimilaitteille, ohjelmistoon liittyviä muutoksia jne. Vaatimukset voivat pitää sisällään myös mekaanisia muutoksia, kuten kestopagneettimoottorin kanssa tarvittavan inverttereiden ja moottorin väliin sijoitettavan kontaktori ja/tai – erottimen sisältävän kaapin tai esimerkiksi kaappien järjestyksen kääntämisen peilikuvaksi.

Edellä mainittujen lisäksi vaatimus saattoi koostua toiminnallisesta kuvauksesta, jossa kuvattiin taajuusmuuttajakäytöltä haluttu toiminto. *Prosessin käynnistyessä taajuusmuuttajan ohjaaman pumpun tulee pyöriä ensin ja vasta sitten voidaan putkistoventtiili avata. Prosessin alasajossa venttiilin tulee sulkeutua ensin ja vasta sitten voidaan pysäyttää pumppu.* Edellä mainitun toiminnon toteutukseen ei ole vain yhtä oikeaa ratkaisua vaan sen voi toteuttaa joko perinteisellä relelogiikalla tai ohjelmoitavalla toiminto-ohjelmalla hyödyntäen taajuusmuuttajan ohjauskortin digitaalisia tuloja sekä relelähtöjä.

## 4 Tilaus-Toimitusprosessin lähtötilanteen kuvaus

Tilaus-toimitusprosessin päätoiminnot ovat myynti, tilaussuunnittelu, tuotannonsuunnittelu, tuotanto sekä pakkaus- ja huolintaosasto. Näiden lisäksi on syytä mainita prosessin kannalta tärkeät hankinta- ja ostopalvelut.

ICD:n tuotantoyksikössä oli jo aikaisemmin tehty vastaavanlainen kapeikkoteoriaa hyödyntävä kehitysprojekti valmistuslinjalle. Kehitysprojektin yhteydessä laitettiin kuntoon myös oston- ja logistiikan asiat.

Työn aloittamisen yhteydessä voitiin todeta, että edellä mainittujen toimintojen osalta asiat oli käyty läpi ja korjaavat toimenpiteet oli tehty. Tämän takia tässä työssä keskitytään kuvaamaan tilaus-toimitusprosessin ongelmakohtia myynnin ja tilaussuunnittelun kannalta ja tarkastelemaan niiden vaikutusta koko prosessin kannalta.

### 4.1 Myynti

ABB:n myyntikanavaverkosto koostuu paikallisista myyntiyhtiöistä, joita on nykyisin jokaisessa teollistuneessa maassa. Hyvin yleinen tilanne on, että paikallinen myyntiyhtiö neuvottelee uusista kaupoista paikallisen asiakasyrityksen kanssa. Asiakasyritys voi olla suoraan loppuasiakas tai järjestelmätoimittaja, joka toimittaa taajuusmuuttajan sekä muut tarvittavat komponentit loppuasiakkaalle. Tarjousvaiheessa paikallisen myyntiyhtiön edustaja neuvottelee asiakkaan kanssa sopien tekniset vaatimukset ja aikataulun toimitukselle. Tarjouspyynnöt toimitetaan ABB Drives:n Helsingin myyntiyksikköön kyseisestä maasta vastaavalle aluemyyntipäällikölle, joka tekee tarjouksen omalle asiakkaalleen eli paikalliselle myyntiyhtiölle. Tämän jälkeen paikallinen myyntiyhtiö voi tehdä oman tarjouksensa asiakkaallensa. Tarjousprosessiin tutustuessani haastattelin sekä aluemyyntipäälliköitä sekä paikallisten myyntiyhtiöiden edustajia. Haastatteluissa kävi ilmi, että usein paikallisen myyntiyhtiön on tehtävä tarjous hyvin nopeasti asiakkaan yhteydenoton jälkeen, jolloin he eivät ehtineet välttämättä vahvistaa Helsingin myyntiyksiköltä, mikä on eräiden tilaussuunnittelua vaativien ominaisuuksien vaikutus toimitusaikaan sekä hinnoitteluun ja ovatko nämä vaatimukset ylipäättänsä mahdollisia toteuttaa. Haastattelun yhteydessä kävi myös ilmi, että toisinaan edellä kuvattu tilanne

aiheutti uskomuksen, että Helsingin tehtaan täytyi pystyä tekemään tarjottu tilaus ja vielä annetun aikataulun puitteissa. Näihin havaintoihin ja niiden vaikutuksiin palaan myöhemmin tämän työn kappaleessa 4.

Vaikka vakio-optioiden eli vakiotuotteeseen saatavilla olevien lisäominaisuuksien tai –toimintojen tarjonta on kattavaa, ei se aina kata asiakkaan vaatimuksia taajuusmuuttajalta haluttavista toiminnoista. Eräiden optioiden kohdalla on tuotekehitysvaiheessa katsottu, että sen hetkiset markkinat ostavat vain harvakseltaan näitä optioita, jolloin on tehty linjaveto, että tuotekehityksen resursseja ei käytetä näiden optioiden kehittämiseen. Näiden kahden edellä mainitun asian takia on katsottu, että Helsingin tehtaan tarjontaan tulee kuulua myös mahdollisuus tuotteiden asiakasräätälöintiin, jolloin asiakkaan vaatimuslistan mukaisesti suunnittelija suunnittelee vakiolaitteen pohjalta asiakkaan vaatimuslistan täyttävän laitteen tilaussuunnitteluyksikössä.

Paikallisen myyntiyhtiön tehdessä tilaus tuotteesta, joka vaatii tilaussuunnittelua, tulee heidän täyttää tyyppikoodilistaus, missä on listattu jokaiselle tuotteelle saatavissa olevat vakio-optiot ja näitä vastaava optiokoodi. Tämän lisäksi tulee heidän täyttää tekninen vaatimuslistaus, jossa määritetään vakioista poikkeavat toiminnot ja ominaisuudet.

Teknisessä vaatimuslistauksessa määritetään paikallisen myyntiyhtiön yhteystiedot, jotta tiedetään kenelle kuvat myöhemmin lähetetään hyväksyttäväksi sekä asiakkaan ja projektin tiedot, jotta suunnittelija voi lisätä nämä projektidokumenttien otsikkokenttiin. Näiden perustietojen lisäksi määritetään tarvitaanko asiakashyväksyntää ollenkaan, jolloin kuvat lähetetään vain tiedoksi yhteyshenkilölle vai käytetäänkö normaalia kahden viikon hyväksyntäaikaa. Tuona aikana myyntiyhtiö käy kuvat läpi asiakkaansa kanssa ja antaa tehtaan tilaussuunnittelulle muutoskommentit ja lopulta hyväksynnän, jonka jälkeen voidaan varsinainen valmistus aloittaa tuotantolinjalla. Edellä mainittujen kohtien lisäksi täytetään listauksen tärkein kohta missä määritetään vakioista poikkeavat toiminnot ja ominaisuudet, joita tilaussuunnittelun toimesta halutaan laitteeseen tehtävän.

Varsinaisen tarjousvaiheen jälkeen tilausprosessi hoidetaan vakiotuotteilla sähköisiä tilaustyökaluja käyttäen, jolloin näiden tuotteiden osalta vasteaika on nopeaa. Tilausvahvistukset saadaan toimitettua jopa muutamissa minuuteissa jos hinta on ennakolta sovittu vuosihinnoittelusopimuksen mukaisesti. Tilaussuunnittelua vaativissa

kaupoissa tilauksen tekeminen on täysin manuaalista ja se tehdään sähköpostin välityksellä. Sähköpostin liitteenä tulee toimittaa edellä mainitut vakio-optioita koskeva tyyppikoodilista sekä tekninen vaatimuslista. Sähköpostit lähetettiin Helsingin myyntitoimistoon kyseisestä maasta vastaaville myyntiassistentille ja aluemyyntipäällikölle. Prosessin mukaisesti aluemyyntipäällikkö tarkistaa tilauksen ja korjaa tarvittaessa hinnoittelun. Tämän jälkeen myyntiassistentti kirjaa kaupan järjestelmään ja lähettää tilausvahvistuksen myyntiyhtiölle. Haastateltujen ihmisten mukaan ei ollut kovinkaan tavatonta, että aluemyyntipäällikön ollessa matkoilla kauppvoja kirjattiin, vaikka niitä ei ollut tarkistettu tai, että niistä tiedettiin puuttuvan teknisiä tietoja. Näin ollen vain osa tilauksista olivat teknisesti selkeitä. Myyntiehtojen mukaan paikallisella myyntiyhtiöllä oli kolme päivää aikaa tarkistaa ja huomauttaa tilausvahvistuksen sisällön puutteista sen lähettämisestä.

## 4.2 Tilaussuunnittelu

Kaupan kirjaamisen jälkeen vuorossa oli suunnitteluvaihe. Tilaukset eivät päätyneet suoraan myynnistä tilaussuunnittelun työjonoon, vaan ne tuli tarkistaa ja vapauttaa sinne ns. työjonon puskurista. Prosessin mukaan Tilaussuunnittelun esimies tarkisti työjonon puskuriin kertyneet kaupat ja vastasi niiden vapauttamisesta työjonoon odottamaan suunnittelun aloitusta. Esimiehen tehtäviin kuului selvittää epäselvien kauppojen kohdalta puuttuvat tiedot ennen kaupan vapauttamista työjonoon.

Tilaussuunnittelua tekevät suunnittelijat tekivät tyypillisesti useita projekteja samanaikaisesti johtuen tilaussuunnitteluprosessista. Tilanne alkoi sillä, että suunnittelija otti ensimmäisen projektin työnalle ja teki siihen tarvittavat suunnitelmat sisältäen piirikaaviot, mittakuvat sekä osaluettelon. Tämän jälkeen suunnittelija lähetti dokumentit sähköpostilla asiakashyväksyntään paikalliselle myyntiyhtiön edustajalle. Seuraavaksi suunnittelija otti uuden projektin ja teki siihen tarvittavat suunnitelmat ja lähetti dokumentit hyväksyttäväksi. Tätä jatkettiin useiden projektien verran kunnes asiakashyväksynnässä olevista projekteista tuli hyväksyntöjä tai dokumentteihin liittyviä muutospyyntöjä. Jälkimmäisen kohdalla suunnittelijan tuli päivittää kuvat ja lähettää ne takaisin maayhtiön edustajalle hyväksyttäväksi. Tyypillisesti suunnittelijalla oli työn alla samanaikaisesti 1-12 projektia riippuen projektien laajuudesta ja niiden aikataulusta.

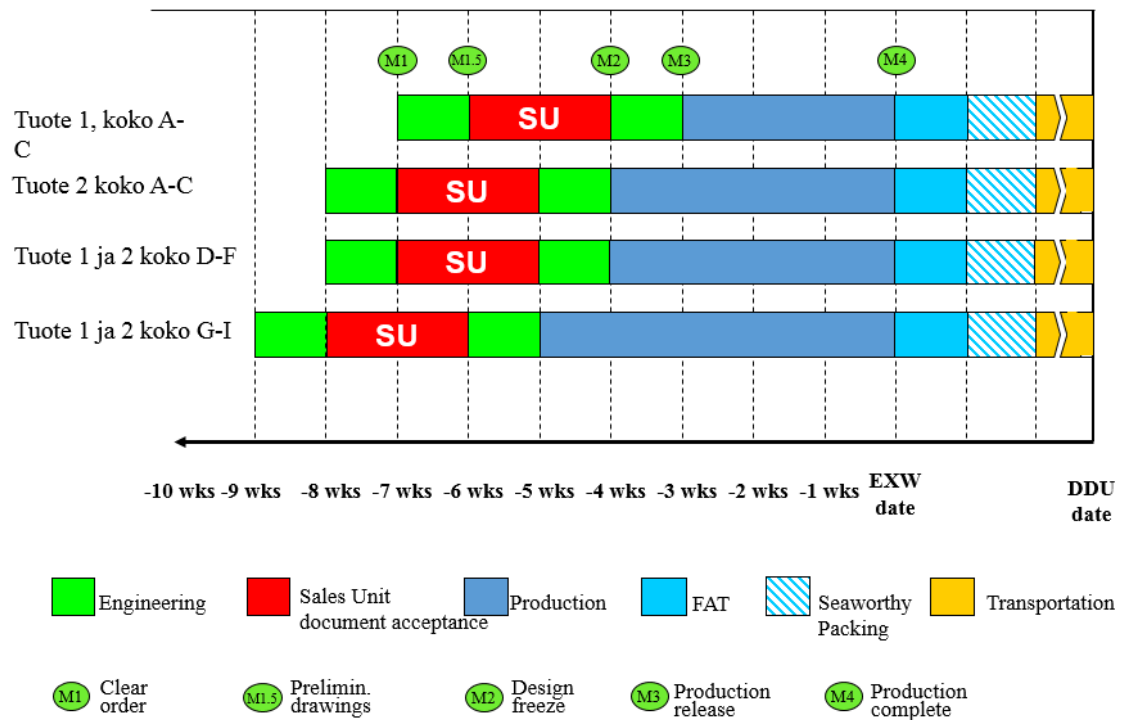
Asiakkaan annettua hyväksynnän suunnitteludokumentaatiolle, suunnittelija viimeisteli projektin asiakas- sekä tuotantodokumentaation ja vapautti kaupan tuotantoon ilmoittamalla sähköpostilla asiasta tuotannonsuunnittelijalle. Tuotannonsuunnittelijan tehtävänä oli jo suunnittelun aikana varata projektille valmistusajankohta, jotta materiaalit ja työkapasiteetti saatiin ohjattua oikealle valmistuspaikalle.

### 4.3 Tilaus-toimitusprosessin aikamalli

Tilaustoimitusprosessiin oli määritetty selkeästi ja visuaalisesti, mitkä ovat minimi toimitusajat erituotteille ja miten niiden sisällä aikataulu jakaantui suunnittelun ja tuotannon välillä (Kuva 4.1). Jos kaupan sisältämät suunnittelua tarvitsevat laitteet oli myyty minimitoimitusajalla, tarkoitti tämä sitä, että suunnittelun tuli alkaa heti kaupan kirjaamisen jälkeen ja, että suunnitteludokumentit tuli saattaa asiakashyväksyntään viikon kuluessa kaupan kirjaamisesta. Kuten edellä kerrottiin, oli paikallisella myyntiyhtiöllä kolme päivää aikaa tehdä muutoksia kaupan sisältöön tilausvahvistuksen lähettämisestä, joka käytännössä oli sama päivä kuin kaupan kirjauspäivä Helsingin tehtaan järjestelmään. Näin ollen todellinen aika suunnittelulle riskien välttämiseksi oli viiden työpäivän sijaan kaksi työpäivää. Huomioitavaa lähtötilanteessa oli se, että tilaussuunnittelua vaativien laitteiden läpimenoaikaan vaikutti vain sen teho toisin sanoen fyysinen koko. Asiakashyväksyntään oli varattu kaksi viikkoa, jonka jälkeen tuotantodokumentaation tekemiseen oli varattu viikon verran. Lähtötilanteessa asiakashyväksyntäajaksi oli aina määritetty kaksi viikkoa eikä muita vaihtoehtoja ollut tarjolla. Tässä kohtaa on tärkeä huomata, että jos loppuasiakkaan ja maayhtiön välillä on lisäksi muita asiakas- / jälleenmyyjä yrityksiä, ei kaksi viikkoa ollut riittävä aika asiakashyväksynnän saamiseksi. Lähtötilanteen malli ei myöskään vastannut siihen kysyntään, jossa paikallinen maayhtiö pystyi tarjoamaan nopean hyväksynnän dokumenteille saadakseen varsinaisen laitteen toimitettua mahdollisimman nopeasti asiakkaalle. Koska prosessi ja SAP-järjestelmä eivät tukeneet muita aikamalleja, oli seurauksena näissä tapauksissa se, että kauppoja ajoitettiin niin suunnittelussa kuin tuotannossa käsin, johtaen tilanteen manuaaliseen ja henkilöriippuvaiseen hoitamiseen.

Tuotantoajat vaihtelivat tehon mukaan kolmesta viikosta viiteen viikkoon, jonka jälkeen laite oli valmis kuljetusta varten. Kaupoille oli mahdollista ostaa merivientipakkaus sekä

tilata asiakastestaus, jolloin asiakas tai hänen edustaja yhdessä paikallisen myyntiyhtiön edustajan kanssa saapui tehtaalle tarkistamaan laitteen ennen sen kuljetusta määränpäähensä.



Kuva 4.1. Lähtötilanteen minimitoimitusajat sekä kuhunkin toimintoon varattu aika.

Sinällänsä selkeään prosessiin oli määritetty myös ns. freezing pointit, johon mennessä tietyt toiminnot oli tehtävä. Näiden pisteiden tarkoituksena oli ohjata paikallisen myyntiyhtiön toimintaa ja kertoa, koska Helsingin tehdas tarvitsi heiltä toimenpiteitä. Ensimmäinen piste oli tilauksen kirjaamisen jälkeen kolmen päivän kommentointiajan umpeutuminen. Toisena pisteenä prosessissa oli se, kun paikallinen myyntiyhtiö oli antanut hyväksynnän suunnittelijan tekemille dokumenteille ja näin ollen saatiin suunnitelmat jäädytettyä. Prosessin selkeä linjaus oli, ettei tuotantoa koskaan aloitettu ilman, että asiakas olisi hyväksynyt dokumentit ja näin vahvistanut sen vastaavan haluttua ratkaisua. Toimimalla edellä kuvatulla tavalla voidaan minimoida tuotannon aikaiset muutokset. Lähtötilanteessa tunnuksellista oli, että vaikka prosessiin oli määritetty toimintamallit, ei niiden mukaan toimittu vaan usein tilanteessa edettiin tapauskohtaisesti.

Myöskään ei ollut selkeästi määritetty millainen seuraus olisi pitänyt olla, kun prosessin mukaisia sääntöjä tai toimintatapoja ei noudatettu tai kun niistä jouduttiin poikkeamaan.

## 5 Kapeikkoteorian hyödyntäminen tilaussuunnitteluun

### 5.1 Menetelmä

Tässä työssä käytettiin pääasiassa kapeikkoteorian menetelmiä työkaluina ongelman ratkaisemiseksi. Lisäksi työssä sovellettiin LEAN-menetelmään kuuluvaa arvovirtakaaviomäärittystä täydentämään edellä mainittuja menetelmiä. Työ aloitettiin suorittamalla prosessikävely, missä haastateltiin tilaus-toimitusprosessiin kuuluvien toimintojen edustajia. Prosessikävelyssä pyrittiin kartoittamaan, miten he työskentelivät ja mitkä asiat aiheuttivat heidän työhönsä häiriöitä. Näitä asioita hyödynnettiin myöhemmin ei-toivottujen ilmiöiden kohdalla. Lisäksi selvitettiin kesken eräisen työn määrä sekä sen käsittelyyn kuluva aika.

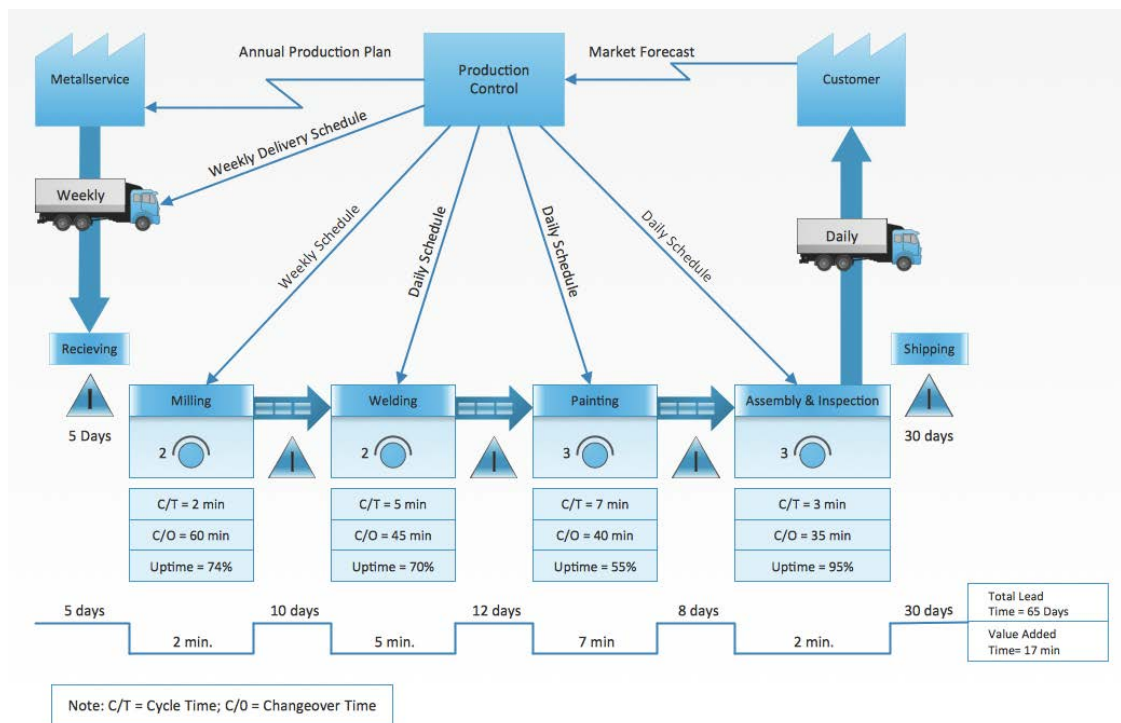
Prosessinkävelyn ja arvovirtakaavion jälkeen vuorossa oli välitavoitekartan tekeminen, jonka jälkeen määritettiin *ei-toivotut ilmiöt*, jotka siis suurimmaksi osaksi saatiin selvitettyä prosessikävelyn aikana ja muodostettiin näistä *nykytilan puu*. Näin ollen lähtötilanteen tilanne oli saatu mallinnettua ja suunnitteluprosessin kapeikko tunnistettua. Kapeikoksi ei muodostunut asiakashyväksyntävaihe, vaikka sitä vahvasti pidetiinkin työtä aloittaessa prosessin kapeikkona. Olihan se vaihe, mitä ei voitu hallita täysin ja missä yleensä esitettiin uusia vaatimuksia jo sovittuun tekniseen vaatimuslistaan. Kapeikoksi tunnistettiin suunnittelun ensimmäinen vaihe, jossa valmisteltiin projektin dokumentit ennen asiakashyväksyntää. Syynä tähän oli se, että suunnitteluprosessin vaiheista tähän käytettiin työmäärässä mitattuna eniten tekoaikaa ja tämä taas määritteli koko suunnitteluprosessin kapasiteetin eli kyvyn vastata myynnin tarpeisiin.

Seuraavaksi hahmotettiin nykyiset ja tulevat toimintatavat saman päämäärän saavuttamiseksi *haihtuvien pilvien* (EC) avulla, joiden jälkeen vuorossa olivat *tulevaisuuden* (FRT) sekä *edellytysten puun* (PRT) määrittäminen. Kun olimme tunnistaneet mitä pitäisi tehdä ja miten, oli viimeisenä vuorossa varsinaisten työpakettien muodostaminen. Työpaketit jaettiin jokaisen toiminnon mukaisesti ja niissä haettiin yhteistyössä muiden toimintojen kanssa toimintatapoja ja pelisääntöjä uuteen toimintamalliin, millä prosessia saadaan tehostettua.



## 5.2 Arvovirtakaavio

Arvovirtakaavio (Value Stream Map) on LEAN-menetelmän työkaluja, jota voi hyödyntää myös kapeikkoteorian kanssa. Arvovirtakaavion tarkoituksena on kuvata kuinka paljon keskeneräistä työtä (KET) on prosessin kussakin vaiheessa ja kuinka paljon sitä on yhteensä koko prosessissa. Yksinkertaistuksen vuoksi tässä kohtaa arvovirtakaaviosta esitetään alla oleva kuvaus, mikä ei liity varsinaiseen työhön. Alla olevan esimerkin mukaan arvovirtakaavion määrittelyn mukaan systeemin läpimenoaika on 65 päivää kuljetuksineen ja valmistusvaiheiden läpimenoaika oli 30 päivää. Työstöajat tuotteiden valmistamiseksi olivat vain 17 minuuttia, jolloin suurin osa ajasta kului siihen että kappaleet odottivat puskureissa seuraavaa työstövaihetta. Arvovirtakaavion avulla on helppo nähdä keskeneräisen työn kertyminen työvaiheittain ja hahmottaa, missä mahdollinen kapeikko sijaitsee.



Kuva 5.1. Arvovirtakaavio esimerkki. Työstö- ja puskuriaikojen muodostuminen valmistusprosessin aikana.  
(<http://www.conceptdraw.com/solution-park/business-value-stream-mapping> 8.2.2015)

### 5.3 Prosessikävely

Lähtötilanteeseen tutustuminen on yksi kulmakivistä kapeikkoteorian taustalla. Keskittymistä asioihin ei voi tämän mallinnuksen kohdalla korostaa liikaa. Jotta ymmärrämme, mitä meidän tulee tehdä toisin, on meidän ensin ymmärrettävä, mikä nykyisessä tilanteessa estää meitä tekemästä enemmän. Työn varsinainen osuus aloitettiin tutustumalla tilaus-toimitus-prosessiin alkaen siitä kun tilaus oli saapunut Helsingin myyntiyksikköön aina siihen, kun valmis laite oli pakattu. Alussa todettiin, että koska tilaus-toimitusprosessin toimivuuteen oleellisesti vaikuttaa, että kirjattavat tilaukset ovat teknisesti kunnossa, laajennettiin prosessikävelyä myös tarjousvaiheeseen.

#### 5.3.1 Tarjous- ja tilausvaihe

Tarjousvaiheen voidaan katsoa alkavan siitä kun paikallisen myyntiyhtiön edustaja on ensimmäisen kerran yhteydessä asiakkaaseen puhelimitse, sähköpostitse tai tapaamalla asiakkaan asiakaspalaverissa. Tilaus-toimitusprosessin osalta on tärkeää, että tarjousvaiheessa pystytään mahdollisimman kattavasti selvittämään ne tekniset vaatimukset laitteille, jotka tulee huomioida laitteen suunnittelussa ja valmistuksessa. Tässä kohtaa on huomioitava erityisesti ne vaatimukset, jotka pohjautuvat asiakkaan yrityksen tai toimialan yleisistä vaatimuksista, sekä paikallisten määräysten, asetusten tai lakien takia.

Johtuen toisinaan projektien aikataulutuksesta, mahdollisesti lähenevästä kuun vaihteesta ja toisinaan muista määrittelemättömistä syistä, oli kauppohen kirjauksissa yleensä kiire. Myyjä harvoin tarkisti tilauksen ja yleinen käytäntö olikin, että oli tärkeää saada kauppa kirjattua järjestelmään ja vahvistaa toimitusaika paikalliselle myyntiyhtiölle kuin, että tilausta sen enempää tarkistettaisiin, saattakka siinä ilmenneitä puutteita lähettäisiin heti selvittämään. Ei ollut tavatonta, että kauppohen jopa kirjattiin järjestelmään ilman teknistä vaatimuslistaa. Tätä tilausmallia kutsutaan tässä työssä *ankkuritilausmalliksi*. Ankkuritilausmallille on ominaista, että puutteellisella teknisellä vaatimusmäärittelyllä varataan tuotannosta valmistusajankohta, josta pidetään kiinni. Usein näissä malleissa jätettiin teknisten asioiden selvittäminen suunnittelijalle, joka suunnittelua aloittaessaan joutui ensimmäiseksi selvittämään puutteellisia tietoja.

### 5.3.2 Tilauksen siirtyminen tilaussuunnitteluun

Prosessikävelyssä huomattiin, että tilaukset lähetettiin suoraan myyntiassistentille, eikä aluemyyntipäällikölle, jonka olisi pitänyt tarkistaa tilaus. Saatuaan tilauksen, myyntiassistentti kirjasi kaupan SAP-järjestelmään ja lähetti sähköpostilla liitetiedostot edelleen tilaussuunnittelun suunnittelupäällikölle. Suunnittelupäällikkö vastaanotti siis 25 aluemyyntipäällikön tilaukset ja hän oli ainoa joka, toisinaan kiireisen työnkuvansa lomassa, ehti tarkistaa tilauksia. Toisinaan tilanne olikin se, että suunnittelupäällikkö vapautti kaupat suunnittelun työjonoon puutteellisin tiedoin, johtuen hänen omista kiireistä tai johtuen siitä, että tarvittavia tietoja ei ollut saatavilla. Näin ollen teknillisesti epäselvät tilaukset saattoivat päätyä suunnittelijalle asti ilman, että sitä olisi kukaan tarkistanut ja tarvittaessa puuttunut siihen pyytämällä lisäselvityksiä paikalliselta myyntiyhtiöltä. Suurimpana ongelmana toimintamallissa oli se, että kaupat myytiin tyypillisesti pienimmällä mahdollisella toimitusajalla ja tilausvahvistus lähetettiin ilman, että varmistuttiin mitä oli tilattu ja mitä oli myyty.

Tämän toimintamallin seurauksena ei voitu noudattaa tekojärjestystä. Huomattiin, myös että suunnittelijat toisinaan toimivat ns. ”rusinat pullasta” toimintatavan mukaan, jossa projekteja ei tehdä kiireellisyyden mukaan, vaan ne projektit päättyivät nopeammin työn alle, mitkä olivat helppoja ja etenkin teknisesti selkeitä. Tämä toimintatapa lisäsi entisestään projektien aikataulu paineita etenkin vaikeiden ja ennen kaikkea teknisesti epäselvien projektien kanssa. Tilannetta toisinaan pahensi se, että kun suunnittelija viimein tiedustellessa puutteellisesta tilauksesta suunnittelupäälliköltä, oli usein tilanne se, että suunnittelupäällikkö oli juuri saanut puuttuvat tiedot, joten suunnittelu tuli aloittaa heti myöhästymän minimoimiseksi. Näin ollen epäkohdan esiin nostaja ns. palkittiin sillä, että hän joutui suunnittelemaan kiireellisen projektin, jolloin illat toimistolla venyivät pitkiksi. Prosessikävelyssä huomattiin, että toiset suunnittelijat eivät nostaneet esiin näitä puutteellisia tilauksia vaan ottivat ennemmin sellaisen projektin, jossa tekoaikaa oli enemmän. Tähän syyksi kerrottiin edellä mainittu ”palkitseminen”, joka yleensä johti työpäivien pitenemiseen useilla tunneilla.

Toisinaan tilanne oli se, että suunnittelijan tuli aloittaa suunnittelu vajavaisin tiedoin ja pyrkiä selvittämään niitä suunnittelun aikana paikalliselta myyntiyhtiöltä. Näin ollen suunnittelun läpimenoajat venyivät pitkäksi ja dokumenttien toimitusvarmuus

tuotannolle oli hyvin matala. Edellä mainituista johtuen ei suunniteltua tuotannon aloitusta voitu aloittaa ajallaan ja näin ollen valmistuskapasiteettia jäi jopa käyttämättä heikentäen entisestään koko tilaus-toimitusprosessin tehokkuutta.

Prosessikävelyssä todettiin myös se, että asiakas pystyi käytännössä muuttamaan tilauksen sisältöä koska tahansa riippumatta ns. freezing point:sta, eli prosessissa esiintyvistä pisteistä, jonka jälkeen määritettyä asiaa ei saanut enää muuttaa. Selkeää toimintamallia muutoksien hallintaan ei ollut ja usein päädyttiin tilanteisiin, joissa myynti katsoi, että suunnittelun ja valmistuksen tulee pystyä tekemään vaaditut muutokset alkuperäisen aikataulun puitteissa ja, että hintavaikutusta ei muutoksilla juurikaan ollut. Tämä ns. ”Asiakas on aina oikeassa” ajattelutapa oli lähtöisin, siitä, että oli päätetty yhtenä yhtymän linjauksena, että meidän tulee olla joustavia ja palvella asiakasta aina hyvin. Tämä tarkoitti toisille sitä, että kaikki muutokset piti pystyä tekemään ja muuta vaihtoehtoa pidettiin huonona asiakaspalveluna.

Hyvin toimivan, selkeän ja joustavan asiakaspalvelun ja toimivan tilaustoimitusprosessin välillä ei ole konfliktia silloin, kun se tehdään järkevästi ennalta määritettyjen sääntöjen mukaisesti häiritsemättä koko prosessin tuottoa. Entisaikaan vastaavanlaiset tilanteet olisi voitu hoitaa siten, että niille olisi varattu henkilöstö ja tilaresursseja. Nykyaikaisessa toimivassa ja tehokkaassa valmistusverkostossa on optimoinnin tuloksena hyödynnetty hukkakapasiteetti. Näin ollen optimoitu lattiapinta-ala sekä henkilöstön määrä aiheuttavat sen, että muutoksien hallintaa täytyy olla selkeät säännöt niin ulkoisille kuin sisäisille muutoksille.

Seuraavassa on yhteenveto vanhan toimintamallin ongelmakohdista:

- Puutteelliset tilaukset paikallisesta myyntiyhtiöstä
- Tilauksen vastaanotti myyntiassistentti, jolla ei ole teknistä osaamista
- Tilauksia ei tarkistettu aluemyyntipäällikön toimesta.
- Ei tarkastettu vastasiko tilaus aluemyyntipäällikön tarjousta.
- Toimitusaika vahvistettiin ilman tilauksen tarkistusta
- Tuotannosta ja suunnittelusta varattiin tilaukselle kapasiteettia puutteellisilla tilauksilla.

- Suunnittelussa ei tarkistettu tilauksia ja tilaukset päätyivät suoraan suunnittelun työjonoon.
- Suunnittelijat selvittivät puutteellisia tilauksia, kun heidän olisi pitänyt keskittyä selkeiden tilausten suunnitteluun.
- ”Asiakas on aina oikeassa” ajattelumalli

Lähtötilanteen selvityksen yhteydessä havaittiin myös edellä mainittujen kohtien lisäksi muita ongelmakohtia liittyen suunnitteluprosessiin. Pääkohdat näissä olivat, että prosessin toiminta-alueet olivat hyvin henkilöriippuvaisia ja selkeät vastualueet puuttuivat.

### 5.3.3 Henkilöriippuvaisuus

Henkilöriippuvaisuutta havaittiin koko tilaus-toimitusprosessin läpi, niin myynnissä, tilaussuunnittelussa sekä tuotannossa. Myynnin henkilöriippuvuutta kuvattiin tarkemmin edellä ja todettiin, että aluemyyntipäällikkö oli avainasemassa tilauksen tarkistukseen liittyen. Aluemyyntipäälliköt olivat jo muutenkin kiireisiä työssään ja työnkuvan vuoksi joutuivat matkustelemaan paljon. Edellä mainituista seikoista johtuen uusien tilauksien tarkistaminen saattoi viivästyä useista päivistä aina pariin viikkoon eikä tilausta voitu näin ollen kirjata järjestelmään. Tällaisissa tapauksissa katsottiin, että kyseessä oli ABB:n sisäisestä prosessista johtuva viivästys, eikä näin ollen ollut asiakasta kohtaan sopivaa, että toimitusaika olisi katsottu varsinaisen tilauksen kirjaamispäivän mukaan. Tästä seurasi se, että uudet tilaukset näin ollen kirjattiin minimitoimitusaikaa lyhemmällä toimitusajalla ja tämä aiheutti aikatauluongelmia, niin suunnittelussa kuin tuotannossa.

### 5.3.4 Tuotanto

Tuotannon henkilöriippuvaisuus konkretisoitui lähinnä tuotannonsuunnittelun toimintaan. Vaikka laitteille oli määritetty minimitoimitusajat, kysyi myynti usein lyhyempää toimitusaikaa tuotannonsuunnittelusta. Uudelle tilaukselle tuli saada lyhempi toimitusaika kuin mitä oli yleisesti sovittu minimitoimitusajaksi prosessin mukaisesti. Toisinaan jo kirjatuille kaupoille oli tarvetta selvittää voisiko sen valmistusta aikaistaa. Ongelmaksi muodostui se, että tilaussuunnittelun kapasiteettia ei yleensä tarkistettu ja se,

että tilauksen kirjaamisen jälkeen suunnittelun ajoituksen päivämäärät eivät automaattisesti päivittyneet, vaan ne tuli päivittää manuaalisesti suunnittelupäällikön toimesta. Toisin sanoen tämä johti yleensä parempaan toimitusaikaan vahvistaen prosessin henkilöriippuvuutta, manuaalista ohjausta.

Aiemmin määritetyt minimi toimitusajat (kuva 4.1) tilaussuunnitelluille laitteille määräytyivät laitteen runkokoon mukaan alla olevan taulukon mukaisesti. Tämä ei lähtökohtaisesti kertonut mitään sovellusosuuden vaativuudesta tai vaikutuksesta esimerkiksi tuotannon läpimenoaikaan. Kyseessä saattoi olla esimerkiksi suuren runkokoon, toisin sanoen tehokkaamman moottorin ohjaamiseen soveltuva taajuusmuuttajakäyttö, jossa oli vain muutama merkkilamppu. Toisaalta kyseessä saattoi olla pienitehoinen käyttö, jossa asiakasvaatimuksena oli esimerkiksi ohituskäyttö (DOL, Direct On Line) rakennettuna taajuusmuuttajan rinnalle. Lähtötilanteen mallissa ei siis huomioitu olleenkaan asiakasvaatimusten vaikutusta suunnittelun ja/tai tuotannon läpimenoaikaan. Lisäksi on huomioitava, että lähtötilanteen aikamalleissa ei ollut kuin yksi vaihtoehto asiakashyväksynnän kestolle eli kaksi viikkoa. Haastateltujen paikallisten myyntiyhtiöiden edustajat toivat ilmi, ettei tämä toiminut käytännössä, vaan useammalle vaihtoehdolle olisi ollut tarvetta. Edustajien mukaan nykyisen mallin lisäksi tarvetta olisi myös lyhyemmille sekä pidemmille aikamalleille vastaamaan vallitsevaa markkinatilannetta.

Tuotannonsuunnitteluun liittyen havaittiin myös toinen ongelma koskien kauppojen ajoituksia SAP-järjestelmässä. Kävi ilmi, että tuotannon mittareiden mukaan suunnittelu oli jatkuvasti myöhässä aikataulusta, vaikka suunnittelun työjonon päivämäärien mukaan suunnittelu oli aikataulussa. Tätä selvittäessä ilmeni, että tuotannonsuunnittelu muutti suunnittelun aikana manuaalisesti kaupalle ajoitettuja päivämääriä. Tuotannonsuunnittelu aikaisti tuotannon aloitusta sovellusosuuden vaativuuden perusteella. Tässä ei sinänsä olisi ollut ongelmaa tilaus-toimitusprosessin kannalta, jos uudelleenajoitus olisi tehty yhdessä tilaussuunnittelun kanssa huomioiden sen tarvitseman ajan.

Työjonon päivämääriä tutkittaessa havaittiin, että ajoitukset suunnittelun vaiheille olivat virheellisiä johtuen SAP-järjestelmän laskentatavasta. Työjono ajoitusten ongelmana oli, että siinä oli oma laskentamalli suunnittelun vaiheiden ajoitukselle ja oma tuotannolle. Tämä johti tilanteeseen missä suunnittelun lopetuspäivämäärä (SAP operation end)

saattoi olla myöhemmin kuin tuotannonaloituspäivämäärä (SAP production start). Edellä mainituista syistä johtuen, kiireetön projekti saattoi näyttää työjonossa siltä, että se oli jo myöhässä aikataulullisesti ja, että kiireellisen projektin päivämäärät antoivat ymmärtää, että aikaa sen tekemiseen olisi vielä reilusti jäljellä. Näin ollen yhdeksi ongelmaksi muodostui myöskin se, että projektien tekojärjestys oli väärä, mikä lisäsi entisestään työkuormaa.

### 5.3.5 Tilaussuunnittelu

Kuten edellä todettiin, oli myös tilaussuunnittelussa monia asioita ja toimenpiteitä, jotka olivat tavalla tai toisella henkilöriippuvaisia. Kun myyntiassistentti oli kirjannut kaupan SAP-järjestelmään, siirtyi se tilaussuunnittelun työnjonon puskuriin odottamaan, että suunnittelupäällikkö tarkistaa ja vapauttaa sen varsinaiseen työjonoon. Suunnittelupäällikön tehtävään kuuluu yhteistyö muiden osastojen kanssa ja näin ollen suurin osa suunnittelupäällikön työajasta kuluikin erilaisiin palavereihin ja teknisiin kysymyksiin vastatessa. Näin ollen uusien projektien tarkastaminen jäi useasti vain lyhyeen katselmukseen tai sitten sitä ei ehditty tarkistamaan olleenkaan.

Myös projektit saattoivat odottaa käsittelyä työnjonon puskurissa useita päiviä ja näin ollen suunnittelu aika supistui entisestään. Projektien vapautusta ei voinut hoitaa kukaan muu kuin suunnittelupäällikkö, joten toimenpide oli siis henkilöstä riippuvainen ja myöskin tieto oli yhden ihmisen takana.

Projektin suunnittelussa henkilöriippuvaisuus konkretisoitui siihen, että ainoastaan suunnittelija tiesi mikä projektin tilanne oli ja mitä tulisi tapahtumaan seuraavaksi. Jos suunnittelija oli sairauslomalla, ei kukaan toinen suunnittelija tai suunnittelupäällikkö tiennyt mitä tarkalleen ottaen siinä tulisi tehdä. Tämä johtui pääasiassa siitä, projektiin liittyvä viestiliikenne tapahtui suunnittelijan henkilökohtaisen sähköpostin välityksellä ja siksi ettei keskitettyä projektinhallintatyökalua ollut, josta olisi voinut nähdä projektin statuksen ja lokitiedot. Myöskään työjonoon tehtävät työvaihekirjaukset eivät tuoneet sen enempää lisätietoa, koska suunnittelijat eivät aina kirjanneet ajallaan kaikkia työvaiheita. Tämä juontaa juurensa siihen, että suunnittelun työvaihekirjauksia ei käytetty aiemmin

millään tavalla hyväksi, eivätkä näin ollen suunnittelijat kokeneet niiden ajantasaista kirjaamista tärkeäksi.

Suunnittelijoille ei myöskään oltu luotu selkeitä toimintamalleja, miten toimia esim. siinä tapauksessa, kun asiakashyväksyntää ei saatu pyydettyyn päivään mennessä. Näin ollen jokaisella suunnittelijalla oli omat toimintatavat, miten toimia erilaisissa tilanteissa ja toiminta oli hyvin henkilöriippuvaista.

Vastuualueet olivat myös hämärtyneet, eikä selkeää linjaa siihen, kuka oli vastuussa mistäkin ollut. Oletettiin, että toinen toiminto hoitaa asian ja siellä ajateltiin päinvastoin. Kauppojen tarkistaminen tehtiin vasta suunnittelussa vaikka tämä olisi pitänyt tehdä jo ennen kaupan kirjaamista myynnissä aluemyyntipäällikön toimesta. Näin olisi varmistettu, että projekti on hinnoiteltu oikein ja että se on myöskin teknisesti toteutettavissa.

### 5.3.6 Muutostenhallinta

Sisäisten ja ulkoisten muutoksiin liittyvää toimintamallia ei ollut. Sisäiset muutokset ovat ABB:n omasta toimintatavoista aiheutuvia muutoksia ja häiriöitä valmistusprosessiin ja ulkoiset muutokset ovat asiakkaasta johtuvia muutoksia. Näissä erona on se, että ensimmäisen kohdan tapauksissa ei toimitusaikaa tai hintaa voida lähtökohtaisesti koskaan muuttaa kun taas asiakkaan esittämistä uusista vaatimuksista aiheutuvat muutokset tulisi aina vaikuttaa hintaan sekä toimitusaikaan.

Asiakasvaatimusten muuttuessa kun selkeää toimintalinjaa ei ollut, oli tilanne yleensä se, että oltiin hyvin joustavia ja jopa suorastaan pelättiin tiukemman linjan vaikutusta (kustannusten ja toimitusajan siirto) asiakassuhteeseen. Toisin sanoen toimittiin niin, että asiakas oli aina oikeassa ja yleisesti hyväksyttiin tämän toiminnan aiheuttamat häiriöt prosessiin. Tätä asiaa edesauttoi se, että myynti ei tiennyt kuinka paljon häiriötä tämän kaltainen toimintatapa aiheutti suunnittelu- ja tuotantoprosessiin.

Riskiprojekteja varten ei ollut mitään luokittelua, millä jokin projekti olisi voitu luokitella ja tunnistaa niin, että sitä olisi voitu seurata tarkemmin esim. viikkotasolla. Kuitenkin



sellaisia projekteja oli, jotka täyttivät yleiset riskiprojektin tunnusmerkit. Näitä esim. olivat tietyn rahallisen arvon ylittävät kaupat, erikoiskomponentit, tietyistä maista tulevat tilaukset tai esimerkiksi paikallisen myyntiyhtiön sopima toimituksen myöhästymiseen liittyvä sakkopykälä heidän asiakkaan kanssa.

### 5.3.7 Useamman samalle asiakkaalle menevän tilauksen hallinta

Toisinaan paikalliset myyntiyhtiöt lähettävät samalle asiakkaalle menevistä laitteista yhden tilauksen sijaan useamman tilauksen. Usein tämä vielä tapahtui siten, että tilausten lähetyksissä oli muutamasta päivästä viikkoihin viivettä. Näin ollen näiden kauppojen suunnittelun keskittäminen lähtökohtaisesti yhdelle suunnittelijalle ei ollut mahdollista, koska asiakasnumeroa ei hyödynnetty järjestelmässä vaikkakin se oli ainakin myynnin tiedossa. Syynä tilausten pilkkomiseen oli ainakin osittain se, että paikalliset myyntiyhtiöt halusivat pilkkoa isommat tilaukset pienempiin asiakkaan maksukyvyn mukaan. Tämän sain itse todeta vieraillessani erään asiakkaan luona yhdessä paikallisen myyntiyhtiön edustajien kanssa. Tällä vierailulla asiakas painotti, että heidän seuraavat tilaukset tulisi valmistaa ja toimittaa hyvinkin pian, koska heidän loppuasiakas odotti jo tuotetta. Paikallinen myyjä kertoi, ettei tilauksia ei ollut voitu käsitellä paikallisessa myyntiyhtiössä sen takia, koska asiakkaan aikaisempiin tilauksiin liittyi vielä avoimia laskuja. Tilanne ratkesikin siihen, että asiakas kirjoitti paikalliselle myyntiyhtiölle 80 000€ šekin, jonka veimme pankkiin lähtiessämme asiakkaan luota takaisin toimistolle.

Tilaussuunnittelun resurssien järjestelyissä on tärkeää tunnistaa samanaikaiset tilaukset samalle asiakkaalle, jotta ne voidaan ohjata yhdelle suunnittelijalle. Näin ollen suunnittelun läpimenoaika ja suunnitelmien yhdennäköisyys paranee huomattavasti. Koska asiakasnumeroa ei tilaussuunnittelun järjestelmissä hyödynnetty, oli tilanne usein se, että jopa kolme suunnittelijaa teki samanaikaisesti samanlaista suunnittelua samalle asiakkaalle.

### 5.3.8 Muut havainnot

Edellä mainittujen ongelmien lisäksi havaittiin, että toisinaan paikalliset myyntiyhtiöt käyttivät ns. yläkierrettä saadakseen paremman toimitusajan havaitessaan, että tehtaan

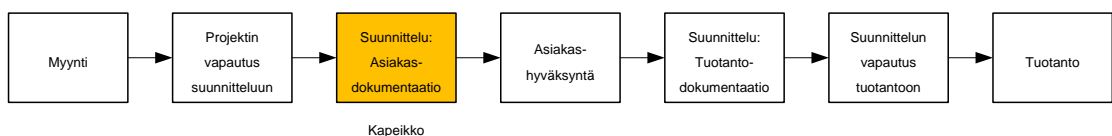
tarjoama normaali 7 – 9 viikon toimitusaika oli pidempi kuin, mitä he olivat luvanneet asiakkaalle. Tätä käytettiin myös niissä tapauksissa, joissa tehdas yritti muuttaa toimitusaikaa, koska paikallinen myyntiyhtiö oli esittänyt lisävaatimuksia alkuperäisen vaatimuslistan ulkopuolelta. Tässä ns. yläkierremallissa otettiin ABB Drives Oy:n johtoon yhteyttä ja pyrittiin vaikuttamaan toimitusaikaan. Näitä tapauksia oli onneksi hyvin vähän, mutta toisinaan nämä aiheuttivat suunnittelun ja tuotannon ajoituksiin suuria ongelmia, joita jouduttiin korjaamaan tekemällä ylitöitä, jotta muut tilaukset eivät myöhästyisi.

## 6 Analysointi

Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, on kapeikon tunnistamisen jälkeen seuraavaksi tärkein tehtävä huolehtia, että kapeikko ei ns. haukkaa tyhjää. Alla olevat toimenpiteet auttavat tunnistamaan ongelmakohdat ajoissa, jopa tarjousvaiheessa. Lisäksi uuden selkeän prosessin mukainen toiminta niin että kaikki noudattavat prosessin sääntöjä takaavat, että kapeikko toimii optimoidusti

### 6.1 Kapeikon tunnistaminen

Tilaussuunnitteluprosessin kapeikoksi tunnistettiin esisuunnitteluvaihe (kuva 6.1), jossa tehtiin asiakasdokumentaatio vaatimusmäärittelyn pohjalta. Tämä todennettiin mallintamalla koko prosessi arvovirtakaavion avulla merkiten siihen kunkin työvaiheen kesto sekä paljonko aloittamatonta työtä oli kertynyt vaiheen eteen puskuriin. Tilaussuunnittelun kapeikko oli samalla se vaihe mihin kului eniten suunnittelu-aikaa, joten myös tämä osoitti, että tunnistettu kapeikko todellisuudessa oli kapeikko. Tämä edellä mainittu määrittely käytettyjen tuntien perusteella toimii vain prosesseissa, joissa on vain muutama työvaihe. Isommissa prosesseissa tulee määrittely tehdä vain arvovirtakaavion perusteella ja käyttää kappaleessa 2.6 esitellyn ajatteluprosessin viittä askelta sen todentamiseen sekä korjaamiseen.



Kuva 6.1. Kapeikon sijainti tilaussuunnitteluprosessissa.

### 6.2 Korjaavat toimenpiteet

Kapeikon tunnistamisen yhteydessä olisi ollut helppo sanoa, että kapeikon syynä oli resurssien puute ts. resurssikapeikko. Tämän työn taustana oli kuitenkin hakea uudenlainen ratkaisumalli tilaussuunnittelun kuormituksen helpottamiseksi sen sijaan, että olisi palkattu lisää resursseja. Aikaisemmin tämä olisi ollut hyväksi havaittu

toimenpide, mutta nykyisin yritysten tulee löytää vaihtoehtoisia, kustannus-tehokkaampia ratkaisuita pärjätäkseen kovenevassa kilpailutilanteessa. Näin ollen oli löydettävä keino saada enemmän tehokkuutta samalla henkilöstömäärällä. Tilaussuunnitteluprosessiin liittyi monenlaisia ongelmia, jotka aiheuttivat häiriöitä prosessiin vähentäen sen tuottoa. Seuraavassa on esitetty millaisia toimenpiteitä tehtiin tilanteen parantamiseksi.

### 6.2.1 Kapasiteetti

Kapasiteettia ei ollut mallinnettu lähtötilanteessa, joten voitiin esittää kysymys miten työkuormaa ja sitä kautta tuotteiden saatavuutta hallittiin, jos sitä ei mitattu? Ottaen huomioon, että suurin osa tilaussuunniteltavista erilliskäytöistä myytiin lyhimmillä mahdollisella toimitusajalla, ei varsinaista tilauskantaa oikeastaan kertynyt. Tämä käytännössä tarkoitti, että kaupan kirjaamisen jälkeen suunnittelu tuli aloittaa heti, joten suunnittelukapasiteettia tuli olla saatavilla (Kuva 4.1). Edellä kuvatun mukaan oli ensiarvoisen tärkeää mallintaa kapasiteettimittaus tilaussuunnittelulle. Mittauksen avulla pystytään säätämään kuormaa mm. ylitöiden avulla tai saatavuutta, kun kyseessä oli esimerkiksi kesälomakausi.

Kapasiteetin mallintamiseen kehitettiin kaksi menetelmää. Ensimmäisessä mallintaminen perustuu keskiarvolaskentaan, jossa jokainen projekti on samanarvoinen kuormitusmielessä. Keskiarvo käytetyistä tunneista on laskettu aikaisemmin tehtyjen projektien perusteella saaden arvoksi 10 h projektia kohden esisuunnitteluvaiheelle ja 4 h tuotantodokumenttien tekemiseen. Näin ollen saatiin luotua ns. karkean kuorman mittaus, jossa siis kauppojen lukumäärä kullekin viikolle määritteli kapasiteetin. Tämä mittautapa otettiin käyttöön ja se on esitetty kuvassa 6.2.

Toinen kapasiteetin mallintamistapa oli ns. tarkempi menetelmä. Tätä mallinnusta pilotoitiin muutaman kuukauden ajan samalla kokeillen uusien projektien luokittelun huomioivien aikamallien toimivuutta.

Tässä mallinnuksessa ajatuksena oli, että suunnittelija määrittäisi luokituksen jokaiselle kaupalle ennen sen vapauttamista työjonoon. Luokittelussa projektit luokiteltaisiin

indeksillä 1...4 vaikeusasteen mukaan, niin, että 1 = helppo ja 4 = vaikea. Näiden lisäksi projekteille annettaisiin tarvittaessa lisätunniste, jos niihin vaadittaisiin mekaniikkasuunnittelua tai pitkäntoimitusajan komponenttien hankintaa. Näitä kahta lisätunnistetta voitaisiin käyttää yhdessä varsinaisen luokittelun kanssa määrittämään projektin aikamallin (SAP routing), jolloin automaattisesti saataisiin työvaiheet mallinnettua jokaiselle projektille mahdollisimman tarkasti. Lisäksi tieto näistä kaupoista voitaisiin välittää automaattisesti SAP-järjestelmän kautta mekaniikkasuunnittelutiimin tai osto- ja hankintapalveluiden työjonoon. Pilotoinnin yhteydessä huomattiin projektien läpimenoaikojen jakautuvan pääsääntöisesti vain muutaman aikamallin mukaisesti luoden pohjan tulevien vakioitujen aikamalleja kehittämiseksi. Tätä tarkempaa mallinnusta ei pilotoinnin jälkeen laajennettu varsinaiseen käyttöön, johtuen uusien, vakioitujen aikamallien käyttöönotosta. Näistä on kerrottu tarkemmin kappaleessa 6.2.2.

Work center ICD_AE20		ICD AE engineering & documenta Pla			
Capacity cat.: 002		Person			
Week	Requirements	AvailCap.	CapLoad	RemAvailCap	Unit
<input type="checkbox"/> 39.2014	132,52	135,00	98 %	2,48	H
<input type="checkbox"/> 40.2014	77,48	375,00	21 %	297,52	H
<input type="checkbox"/> 41.2014	60,00	337,50	18 %	277,50	H
<input type="checkbox"/> 42.2014	62,52	375,00	17 %	312,48	H
<input type="checkbox"/> 43.2014	35,03	375,00	9 %	339,97	H
<input type="checkbox"/> 44.2014	22,45	375,00	6 %	352,55	H
<input type="checkbox"/> 45.2014	0,00	375,00	0 %	375,00	H
<input type="checkbox"/> 46.2014	0,00	375,00	0 %	375,00	H
<input type="checkbox"/> 47.2014	10,00	375,00	3 %	365,00	H
<input type="checkbox"/> 48.2014	0,00	375,00	0 %	375,00	H
Total >>>	400,00	3.472,50	12 %	3.072,50	H

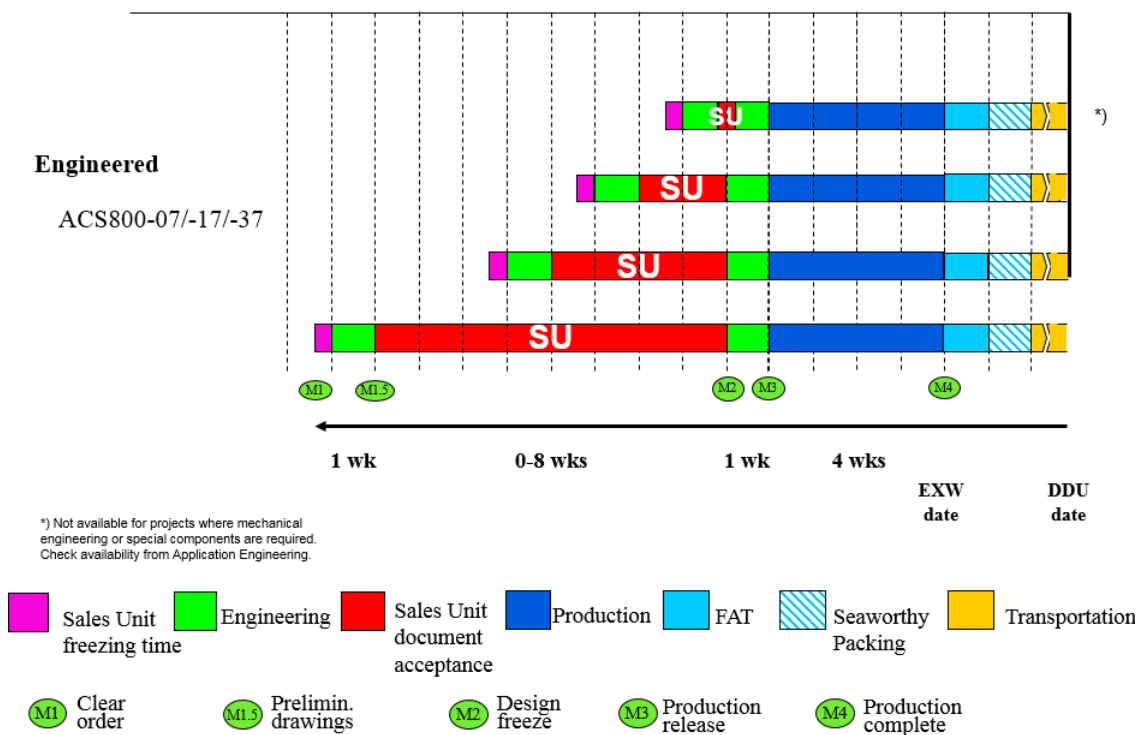
Kuva 6.2. Nykyinen kapasiteettimittari viikoittaisesti seurattuna.

## 6.2.2 Uudet aikamallit

Kappaleessa 4.3 todettiin, että lähtötilanteen aikamallit (SAP routings) tukivat vain yhtä, kahden viikon pituista hyväksyntäaikamallia. Lisäksi aikamallit eivät huomioineet ollenkaan sitä, miten vaatimuslistaan määritetyt tilaussuunnitteluoptiot vaikuttivat suunnittelun ja tuotannon läpimenoaikaan. Paikallisten myyntiyhtiöiden myyjien haastattelussa kävi ilmi, että heillä olisi tarvetta eripituisille hyväksyntäajoille, johtuen

asiakasketjun pituudesta vaihteluista eri projektien välillä. Tehtaan kannalta oli myös hyvä asia, että asiakkaalle annettiin riittävästi aikaa asiakashyväksyntään. Näin ollen tilausvahvistuksessa sovittuun aikatauluun kohdistuvat muutokset saatiin vähenemään ja pystyttiin minimoimaan tuotantokapasiteetin menetys. Haastatteluissa saadun palautteen perusteella päädyttiin neljään erilaiseen asiakashyväksyntämalliin. Samanaikaisesti suunnittelu ja tuotanto sopivat yhdessä uudet sisäiset aikamallit, joissa huomioitiin asiakasvaatimusten vaikutus suunnittelun ja tuotannon läpimenoaikoihin.

Uusissa aikamalleissa päädyttiin siihen, että suunnittelulle varataan aikaa 1 + 1 viikkoa ja tuotannolle 4 viikkoa. Uudessa toimintamallissa asiakas merkitsee tarvittavan hyväksyntäajan tekniseen vaatimuslistaan. Näin ollen asiakas pystyy itse vaikuttamaan siihen kuinka nopeasti hän saa varsinaisen laitteen (lyhyt hyväksyntäaika) tai varsinaiset kuvat (pitkä hyväksyntäaika). Pitkä hyväksyntäaika on paikallaan etenkin niissä tapauksissa, joissa on tilattu samaan projektiin moottori ja syöttömuuntaja toiselta ABB-yksiköltä. Moottoreilla ja muuntajilla on tyypillisesti huomattavasti pidempi toimitusaika kuin taajuusmuuttajilla, jolloin dokumenttien saaminen asiakashyväksyntää varten ajoittuu kunkin tehtaan aikamallien mukaan. Valitsemalla pisimmän asiakashyväksyntäajan pystytään automaattisesti ajoittamaan suunnittelun aloitusta lähtötilanteen aikamalliin verrattuna kuusi viikkoa aikaisemmaksi. Näin ollen asiakas saa taajuusmuuttajan dokumentaation samaan aikaan moottorin ja muuntajan dokumentaation kanssa.



Kuva 6.3. Uudet aikamallit

## 6.2.3 Tarjousvaihe

Tarjousvaiheen ongelmat kiteytyivät kahteen asiaan: riskiprojekteja ei juurikaan tunnistettu eikä suunnittelijaa yleensä konsultoitu. Näin ollen kauppa saatettiin sopia ilman, että oli varmistettu voidaanko kyseinen laite valmistaa sovitussa aikataulussa. On tärkeää, että tekninen asiantuntija voi tarvittaessa kysyä tarkennuksia vaatimusmäärittelyyn sekä tarjota vaihtoehtoisia ratkaisuja sellaisten vaatimusten täyttämiseen, mitä ei voida teknisistä syistä tarjota.

### 6.2.3.1 Riskiprojektien tunnistaminen ja seuranta

On tärkeää tunnistaa ne projektit, joilla on suuri merkitys tilaus-toimitus prosessin toimivuuteen tai yhtiön maineeseen asiakkaan silmin nähtynä eli luotettavana toimijana toimiminen. Näitä riskiluokiteltavia projekteja voidaan tunnistaa mm. laitteiden lukumäärällä, kaupan rahallisella arvolla mitattuna, tai aiempien projektien kokemusten perusteella. Se, että prosessissa tunnistetaan tällaiset projektit, ei kuitenkaan riitä. Niitä

täytyy aktiivisesti seurata koko tilaus-toimitusprosessin aikana tehtävään nimetyn projektipäällikön toimesta, joka on sovittu olevan aluemyyntipäällikkö. Suositeltu seurantaväli on vähintään kerran viikossa ja tarvittaessa on syytä järjestää lähes päivittäiset seurantapalaverit, jotta varmistutaan, että asiat sujuvat niin kuin pitää tai tarvittavien toimenpiteiden sopimiseksi.

#### *6.2.3.2 Vaatimustenmäärittelytyökalu*

Työn alkuvaiheessa huomattiin, että teknisten vaatimusten kirjaamiseen käytetty excel-lomake ei ollut prosessin kannalta paras vaihtoehto. Lomakkeeseen liittyvät ongelmat olivat lähinnä se, että lomake oli ns. offline-työkalu, jolloin tehtaan tekemät muutokset sen määrämuotoon, eivät päivittyneet paikallisten myyntiyhtiöiden käyttämiin pohjiin. Lomakkeen toinen ongelma oli, ettei se mahdollistanut käyttäjän täyttämien kohtien tarkistamisesta, jolloin käyttäjän oli mahdollista unohtaa täyttää jokin tärkeä kohta. Esimerkkinä tästä voidaan ottaa seuraava tilanne: Asiakas oli merkinnyt haluavansa laitteeseen lisättäväksi signaalilamppuja taajuusmuuttajakäytön oveen, mutta unohtanut määrittää niiden värit ja halutut toiminnot. Näiden kohtien takia syntyi ajatus, uudesta työkalusta joka olisi aina ajantasainen (online) sekä opastaisi käyttäjää täyttämään lomakkeeseen kaikki tarvittavat tiedot. Lisäksi haluttiin, että lomakkeen sisältö muuttuu valitun vakiotuotteen mukaisesti, jolloin voidaan tarjota vain tietylle laitteelle, teholle tai vakio-optiolle määritettyjä tilaussuunnitteluoptioita.

Tämän työn valmistuessa edellä mainitun työkalun pilotointi on saatu valmiiksi ja sen varsinainen käyttöönotto tullaan aloittamaan koko myyntiverkostossa vuoden 2015 toisella vuosipuoliskolla. Pilotointiin osallistuneiden maiden palaute työkalusta on ollut positiivinen ja sen on kerrottu tarjoavan heille paremman tilaisuuden tarjota tilaussuunniteltavia koskevia optioita asiakkaille. Lisäksi FPY-mittausten perusteella voidaan todeta epäselvien vaatimusmäärittelyiden määrän vähentyneen näiden maiden kohdalla merkittävästi. Koska työkalu on tarkoitettu ABB:n sisäiseen käyttöön, ei sitä esitetä tässä työssä tarkemmin.



### *6.2.3.3 Tilaussuunnittelun osallistuminen tarjousvaiheeseen*

Tarjousvaiheessa keskustellaan teknisten vaatimusten vaikutuksesta toimitusaikaan sekä kauppahintaan. Onkin tärkeä huomioida että suunnittelijan tietotaito kannattaa hyödyntää tässä kohtaa jopa niin, että suunnittelija osallistuu tarjousvaiheeseen ja kommentoi teknisten vaatimusten toteuttamista sekä vaikutusta mm. toimitusaikaan. Korjaavana toimenpiteenä otettiin käyttöön tarjousvaiheen palaverit (kick-off-palaverit), missä Helsingin tehtaan aluemyyntipäällikkö ja suunnittelija käyvät läpi tekniset vaatimukset yhdessä paikallismyynnin sekä tarvittaessa heidän asiakkaansa kanssa. Aloituspalaverit ovat erittäin tärkeitä etenkin riskiprojektien kohdalla, mutta niitä suositellaan käytettäväksi myös muissa tapauksissa, missä se katsotaan olevan tarpeen.

### **6.2.4 Tilauksen kirjaaminen**

Vaikka prosessikuvaus myyntivaiheelle oli jo lähtötilanteessa olemassa, ei sitä käytännössä noudatettu. Lisäksi henkilöriippuvuus sekä henkilöiden erilaiset toimintatavat eri toiminnoissa aiheuttivat sen, ettei selkeää kaupan kirjaamisen mallia käytännössä ollut. Kaupan kirjaamiseen kehitettiin yhdessä myynnin kanssa uusi selkeämpi toimintamalli ja sovittiin pelisäännöt, joita kaikki noudattavat. Toimintamallin mukaan tilaus lähetetään paikallisesta myyntiyhtiöstä aluemyyntipäällikölle, jonka vastuulla oli tarkistaa, että kauppa oli teknisesti ja kaupallisesti kunnossa. Toimintamallin mukaan tarkastuksen jälkeen aluemyyntipäällikkö lähetti kaupan tiedot myyntiassistentille, joka kirjasi kaupan SAP-järjestelmään. Uuden toimintamallin kehittämisen yhteydessä tehtiin eri tuotteita varten tarkistuslistat myynnin toimintaa helpottamaan. Näistä yhtenä esimerkkinä on esitetty kuvassa 6.3 oleva erilliskäyttöjä koskeva lista. Tarkistuslistasta selviää selkeästi mitä dokumentteja tarvitaan tilauksen yhteydessä, jotta kauppa voidaan kirjata. Edellä mainittujen lisäksi tehtiin ohjeistus teknisen vaatimuslistan tarkistamiseksi. Johtuen tämän työn julkisuudesta, ei tätä ohjeistusta esitetä tässä työssä.

### Clear order includes...

	SingleDrive Cabinets
Ordered by, customer number	✓
Amount	✓
Order reference, if discounted	✓
Wished realistic delivery date. See <a href="#">SIS</a>	✓
Forwarder name	✓
Delivery address (latest 2 weeks before loading date)	✓
Packing marks / certificates if needed	✓
Packing type	✓
Industry, Application, Channel	✓
Incoterms, (sea/air)	✓
Technical Appendix (if +P902)	✓

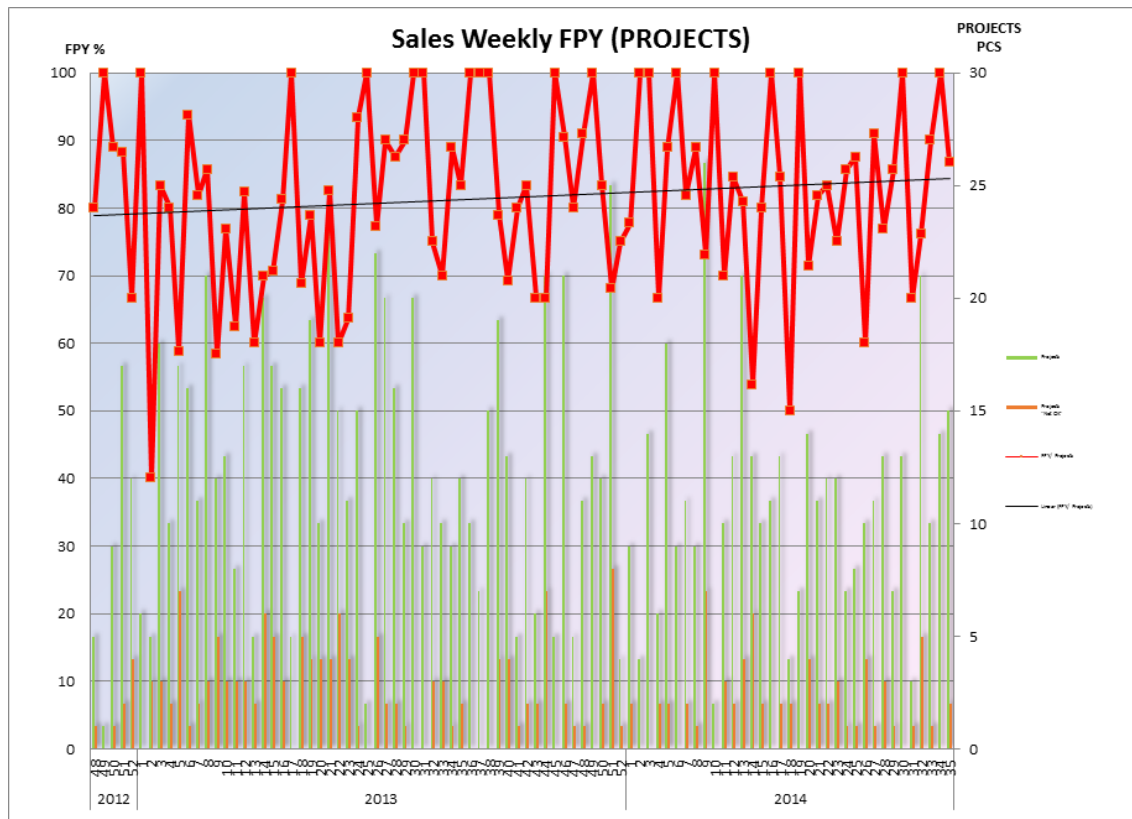
Kuva 6.4. Tarkistuslista tilauksen kirjaamiseen.

## 6.2.5 Projektin siirtyminen tilaussuunnitteluun

Vaikka edellä kuvattujen uusien tilausten kirjaamissääntöjen mukaan aluemyyntipäällikkö on vastuussa, että kauppa teknisesti kunnossa ennen kuin se kirjataan, katsottiin tarpeelliseksi, että tilaussuunnittelu varmentaa tämän ennen suunnittelun aloittamista. Tarkistuksen yhteydessä myös tilastoidaan jokainen kauppa FPY-mittauksella, kirjaten myös teknillisen puutteellisuuden syyt (Kuva 6.4). Uuden prosessin mukaan epäselvät kaupat palautetaan takaisin myyntiin, jossa aluemyyntipäällikkö selvittää puutteet.

Projektien vapauttamisessa henkilöriippuvuus oli aiemmin yhtenä ongelmana. Suunnittelupäällikkö oli ainoa joka tarkisti ja vapautti projekteja työjonoon. Lisäksi ongelmana oli, että epäselvät projektit päättyivät työjonoon koska niiden tarkastus oli puutteellista. Projektien vapauttaminen muutettiin niin, että nyt suunnittelijat tarkistavat itse jokaisen teknisen vaatimusmäärittelyn ennen projektin vapauttamista varsinaiseen työjonoon. Vapautuksesta vastaa kerrallaan yksi suunnittelija yhden viikon ajan kunnes vastuuvuoro siirtyy seuraavalle suunnittelijalle. Uuden ohjeistuksen mukaan vapautusvastuussa oleva suunnittelija tarkastaa vaatimusmäärittelyn, jotta varmistutaan, että sen pohjalta kuka tahansa suunnittelijoista voi suunnitella projektin. Kun projektin lähtötiedot on tarkastettu ja todettu olevan kunnossa, voi suunnittelija vapauttaa projektin työjonoon. Nykytilanteessa yhteensä seitsemän suunnittelijaa voi vapauttaa uudet

projektit työjonoon ja tarvittaessa tuurata toisiaan. Näin ollen henkilöriippuvuus on saatu poistettua tästä vaiheesta ja tekninen tarkistus tehdään oikean tahon toimesta.



Kuva 6.5. Myynnin FPY-mittaus viikoittain seurattuna.

## 6.2.6 Muutostenhallinta

Muutostenhallinnassa tunnistettiin, että prosessin sujuvuuteen vaikuttivat kaksi erilaista muutostyyppiä: sisäiset ja ulkoiset muutokset. Lähtötilanteen mallissa ei näiden hallintaan ja niiden vaikutusten pienentämiseksi ollut systemaattista tapaa toimia. Tämä johti siihen, että ei ollut oikeaa eikä väärä tapaa toimia. Sisäiset muutokset johtuvat tyypillisesti seuraavista asioista:

- Myyntiprosessin virheet, kirjattu epäselvä tilaus/ liian lyhyellä toimitusajalla
- Tilaussuunnittelun käyttämien komponenttien toimitusaika oli pitkä.
- Suunnitteluvirheet
- Virheet kaupan ajoituksessa (SAP-järjestelmä)

Ulkoiset muutokset voidaan tässä työssä rajata koskemaan tilaajasta eli asiakkaasta johtuviin muutoksiin. Ulkoisten muutosten haasteellisuutta lisää se, että niiden vaikutusta ja ajankohtaa ei voida ennakoida. Vaikka ulkoisia muutoksia ei voida estää, voidaan niiden vaikutuksia prosessin häiriintymiseen pienentää luomalla niitä varten toimintamalli. Uuden toimintamallin mukaan asiakas määrittelee tarvittavan hyväksyntäajan ja näin ollen voidaan korostaa heille ns. freezing pointtien merkitystä. Näin ollen luotiin malli missä tilausmuutoksen vaikutus kauppahintaan ja toimitusaikaan huomioitiin laitteen valmiusasteen mukaan. Tämä malli on esitetty kuvassa 6.5.

	Before order freezing point	After order freezing point	After AE started	After Production started	After FAT
Material costs					
AE costs					
Production costs					
Other costs					
Delivery time affects					

Kuva 6.6. Tilausmuutosten käsittelymalli. Työn julkisuuden vuoksi muutosten vaikutukset on piilotettu.

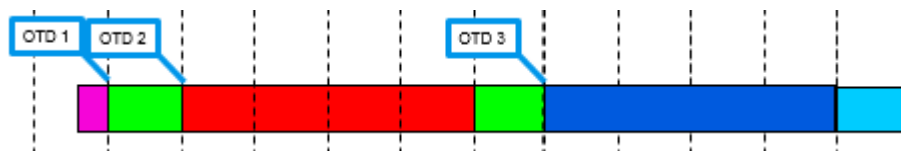
### 6.2.7 Mekaniikkasuunnittelu

Toisinaan tilaussuunnittelu projekteissa on tarvetta suunnitella uusia mekaanisia ratkaisuja, jolloin tarvitaan mekaniikkasuunnitteluresursseja. Tämän työn kohteena olevalla tilaussuunnitteluosastolla ei ole omia mekaniikkasuunnittelijoita, vaan niitä lainataan tarvittaessa toisen tilaussuunnitteluosaston resursseista. Kuten edellä todettiin, oli toisinaan ongelmana, että mekaniikkasuunnitteluresursseja ei ollut saatavilla, koska ne olivat ensisijaisesti allokoitu toisen osaston tarpeisiin ja ICD:n tilaussuunnittelutiimin

työt olivat toissijaisia jäädessä odottamaan mekaniikkasuunnitteluresurssin vapautumista. Edellä kuvatun mukaan mekaniikkasuunnittelijoiden töiden tekojärjestys ei ollut koko tilaustoimitusprossin kannalta optimaalinen. Ratkaisuna edelliseen ongelmakohtaan, sovittiin, että mekaniikkasuunnitteluresurssit ovat jatkossa jaettuja resursseja molempien tilaussuunnitteluosastojen välillä. Näin ollen projektit saatiin allokoitua tekojärjestyksen mukaisesti, riippumatta kumman osaston tuotteesta on kyse.

#### 6.2.8 Mittarit

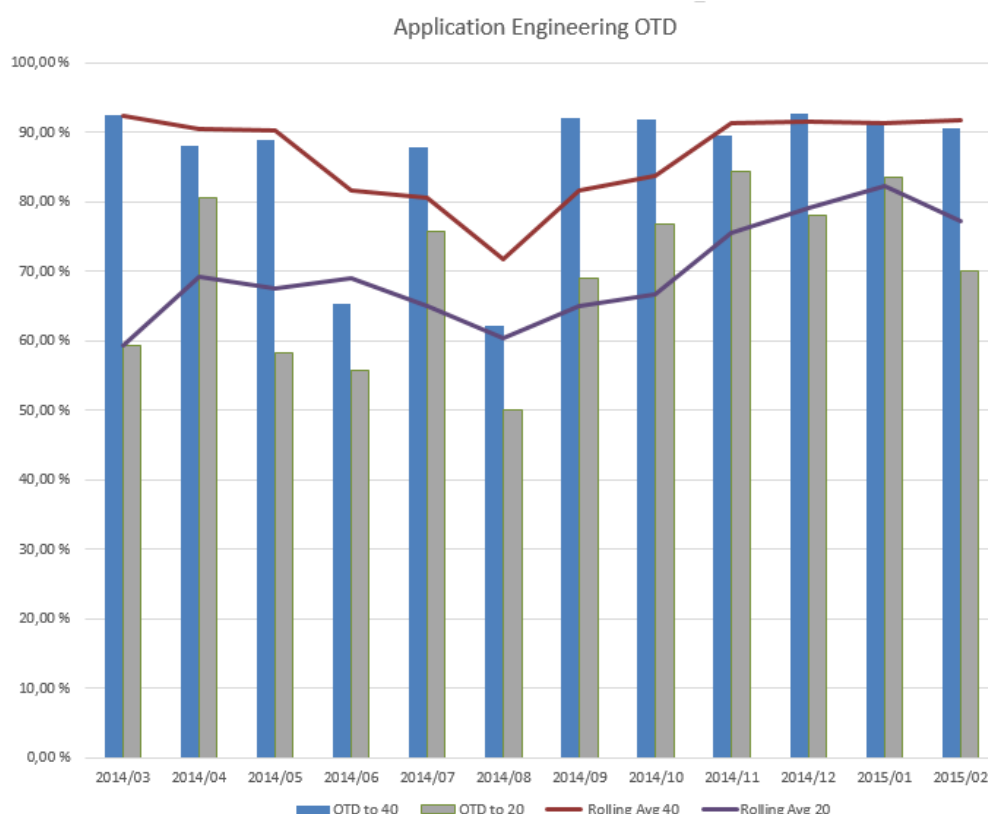
Luotettavasti toimivan prosessin perusedellytyksenä on että sen toimivuutta ja laatua pystytään mittaamaan ja sitä kautta todentamaan mitä toimenpiteitä on tarpeellista tehdä missäkin osa-alueella. Lähtötilanteessa tilaussuunnittelussa ei ollut käytössä mittareita, joten ne tuli kehittää tämän työ ohessa. Tilaussuunnittelun työjonon päivämäärät ovat SAP-teknisistä syistä olleet väärä jo usean vuoden ajan, johtuen jo aiemmin kappaleessa 5.3.4 mainittuun tilanteeseen jossa projektien tekojärjestys on väärä. Työjonon ongelmana on, että siinä on oma laskentamalli suunnittelun vaiheiden ajoitukselle ja oma tuotannolle. Tämä on johtanut tilanteeseen missä suunnittelun lopetuspäivämäärä (SAP operation end) on ollut myöhemmin kuin tuotannon aloituspäivämäärä (SAP production start). SAP-järjestelmän kehittämisen myötä on saatu vähennettyä aikamallien eroavaisuuksia, jolloin toimitusvarmuutta voidaan mitata edes jollakin tarkkuudella. Suunnittelua varten on kehitetty täysin uusi työjono, joka tullaan julkaisemaan vuoden 2015 ensimmäisellä vuosipuoliskolla. Suunnittelussa on jo nyt siirrytty mittaamaan toimitusvarmuutta kahdessa eri pisteessä. Ensimmäisessä näistä mitataan lähetettiinkö dokumentit asiakashyväksyntää ajoissa. Toisessa mitataan perinteisen mallin mukaan toimitettiinkö dokumentit ajoissa tuotantoon. Vuoden 2015 aikana otetaan kolmas mittauspiste, jossa seurataan aloitettiinkö suunnittelu ajoissa. Näillä kahdella ensimmäisellä pisteellä pyritään ennakoimaan, että tuotanto voidaan aloittaa aikataulun mukaisesti. Nykyisellä mallilla on mahdollista kirjata aikataulua kun huomataan, että suunnittelun ensimmäiset vaiheet ovat jääneet jälkeen. Perinteisellä yhden mittauspisteen mallilla, jossa mitataan suunnittelun valmistumista ajallaan, ei pystytä juurikaan korjaavia toimenpiteitä tekemään, johtuen käytetystä aikamallista.



Kuva 6.7. Suunnittelun toimitusvarmuuden mittauspisteet.

Yleisesti ottaen perinteiset mittarit valmistusprosesseille ovat olleet toimitusvarmuuden ja läpimenoajan mittaaminen. Johtuen asiakashyväksyntä-aikojen vaihteluista ja sen suuresta vaikutuksesta kokonaisläpimenoaikaan, ei läpimenoaikamittausta katsottu tarpeelliseksi seurata.

Toimitusvarmuuden lisäksi suunnittelussa seurataan nykyisin lähtötietojen oikeellisuutta (myynnin FPY-mittaus) sekä suunnittelun kapasiteettia. Näistä mittareista on kerrottu kappaleissa 6.21 ja 6.25.



Kuva 6.8. Tilaussuunnittelun toimitusvarmuuden mittari. OTD 20 on dokumentaation toimitus asiakkaalle ja OTD 40 on dokumentit tuotantoon.

## 7 Johtopäätökset

Tässä työssä tavoitteena oli kehittää tilaussuunnittelua niin, että saavutettaisiin ketterä, asiakkaan huomioiva tilaus-toimitusprosessi luotettavalla toimitusvarmuudella. Asiakkaan huomioiminen tässä yhteydessä tarkoitti mm. sitä, että asiakkaille pystyttäisiin jatkossa tarjoamaan paremmin heidän tarpeisiinsa sopivia toimitusaikamalleja niin, että asiakas voisi itse vaikuttaa dokumentaation tai valmiin tuotteen toimitusaikatauluun. Päästäkseen tavoitteisiin tuli työssä kapeikkoteoriaa hyödyntäen ensin kuvata ja tunnistaa lähtötilanteen prosessi ja siihen liittyvät rajoitteet sekä näiden jälkeen etsiä ja kehittää niihin korjaavat toimenpiteet.

Ennen työn aloittamista suunnitteluprosessin kapeikkona pidettiin asiakashyväksyntävaihetta, koska sen aikana asiakas pystyi tekemään suuriakin muutoksia vaatimuslistaan, joilla oli tyypillisesti suora vaikutus alkuperäiseen aikatauluun ja kapasiteetin saatavuuteen muihin projekteihin. Käsitystä vahvisti se, ettei muutosta tai sen vaikutusta mm. aikatauluun voitu ennakoida vaan ne saattoivat tulla ajallisesti hyvin lähellä varsinaisen tuotannon aloitusta. Tämä käsitys osoittautui työn edetessä virheelliseksi ja, että kapeikko todellisuudessa syntyi myynnin ja suunnittelun toimintatavoista.

Tämä käsitys ns. ”ei me, mutta nuo...” – ajattelu on prosessien kehittämisessä hyvin yleistä. Ihmiset, jotka ovat varsinkin omien työtehtävien takia ylikuormitettuja, tulevat sokeiksi omalle toimintamallilleen, ja näkevät vain muiden toimintatavat prosessia heikentävästi. Syynä tähän on se, että näillä henkilöillä on yksinkertaisesti liian paljon ns. pieniä tulipaloja (epäselviä työtehtäviä) joita he yrittävät sammuttaa kun samaan aikaan syttyy uusia tulipaloja. Kiireessä hoidetuista epäselvistä työtehtävistä johtuen juurikaan mitään asiaa ei saada kunnolla ja kerralla hoidettua kuntoon. Näin ollen on luonnollista ajatella, että minähän teen jo kaikkeni, että hommat saadaan hoidettua ja, että kuormitus johtuu vain muiden tekemisistä.

Työn alussa esitettiin tutkimuskysymykset, joihin vastaaminen on lähtökohtaisesti tärkein asia työn onnistumisen kannalta. Yhtenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää, mikä oli suunnitteluprosessin kapeikko. Kapeikoksi tunnistettiin suunnitteluvaiheen ensimmäinen

osa, jossa varsinainen dokumentaatio suunnitellaan asiakkaan vaatimusmäärittelyn mukaan. Tähän työvaiheeseen kohdistui suurin osa koko suunnitteluvaiheeseen kuluvista tunteista. Suurimpana syynä kapeikon syntymiseen oli, että tilaukset olivat teknisesti epäselviä, niiden tarkistaminen oli henkilöriippuvaista ja puutteellista.

Lisäksi tutkimuskysymykset ohjasivat tutkimaan asioita, mitkä vaikuttavat kapeikon syntymiseen ja miten työkuormaa voitaisiin vähentää kapeikossa. Lisäksi työssä tuli pohtia myös muita syitä, miksi kapeikkoa ei voitu kuormittaa täysin koko ajan. Tarkemmin edellisiin kohtiin löytyvät vastaukset kappaleesta kuusi, mutta ne voidaan tiivistää edellisessä kappaleessa mainittujen asioiden lisäksi seuraaviin kohtiin:

- Prosessimallia tai –sääntöjä ei noudatettu
- Roolit ja vastuut olivat epäselvät
- Henkilöriippuvaisuus rajoitti merkittävästi eri tehtävien suorittamista oikea-aikaisesti.

Viimeisessä kysymyksessä tuli pohtia millaisia korjaavia toimenpiteitä tulisi tehdä tilanteen parantamiseksi. Korjaaviksi toimenpiteiksi tunnistettiin seuraavat pääkohdat:

- Kapasiteetin ja saatavuuden mallinnus
- Suunnittelun aktiivisempi osallistuminen tarjousvaiheeseen
- Riskiprojektien tunnistaminen ja seurantamalli
- Vaatimustenmäärittästyökalun päivitys online työkaluksi
- Aikamallien uudistaminen asiakkaan tarpeisiin sopivammaksi
- Säännöt tilausten kirjaamista tarkistamista varten
- Henkilöriippuvuuden vähentäminen
- Muutostenhallintamalli sisäisiä ja ulkoisia muutoksia varten
- Mekaniikkasuunnittelun resurssointi
- Mittarien kehittäminen toiminnan laadun seuraamiseksi

Näihin kohtiin löytyy tarkemmin tietoa kappaleesta 6.2.



Työ voidaan arvioida onnistuneeksi, koska kaikkiin työn alussa asetettuihin tutkimuskysymyksiin pystyttiin vastamaan. Lähtötilanteen prosessi mallinnettiin tunnistuen sen rajoitteet ja ne vaikuttimet, jotka aiheuttivat prosessiin häiriöitä. Työssä pystyttiin tunnistamaan suunnitteluprosessin kapeikko ja siihen vaikuttaneet asiat. Lisäksi löydettiin keinot kapeikon tuoton kasvattamiseksi ja muun prosessin ohjaamiseksi toimimaan kapeikon mukaan (Drum-Buffer-Rope) sekä ottamaan käyttöön muut korjaavat toimintamallit ja mittarit toiminnan laadun varmistamiseksi.

Tämä työ ei ole tyypillinen diplomityö, jolle normaalisti rajataan tutkimus- ja raportointiajaksi kuusi kuukautta. Tämän työn tarkoitus oli alun perin tutkia enemmän yritysmaailman tarpeiden mukaisesti ts. pitkäjänteisemmin tilaussuunnittelu-prosessin kehittämistä, varmistaen sen, että korjaavat toimenpiteet todella olivat oikeat mahdollistaen halutun lopputuloksen. Työn tuloksilla on saavutettu merkittävä liiketoiminnallinen parannus ICD-tuotantoyksikössä ja sitä voidaan nykyään pitää vertailukohtana eli ns. benchmarkina kun muiden osastojen kehitystä aletaan suunnittelemaan. Tämän työn valmistuessa, allekirjoittanut on saanut hienon tilaisuuden hyödyntää tässä työssä oppimaansa ja aloittanut vastaavan kehityshankkeen toiselle suunnitteluosastolle.

Lopuksi todettakoon, että vaikka kirjallisuudessa on toisinaan arvosteltu (Rahman 1998; Gupta & Snyder 2009; Nave 2002), ettei kapeikkoteoria soveltuisi toimihenkilö prosessien tehostamiseen, on tämä työ osoitus siitä, että kapeikkoteorian menetelmät soveltuvat erinomaisesti myös toimistoprosessien ja toimihenkilötehtävien tehostamiseen.

## Lähdeluettelo

ABB Ltd Corporate Communications 2012. *The ABB Group Annual Report 2012*.

[Viitattu 1.7.2014] Saatavissa: [http://new.abb.com/docs/default-source/investor-center-docs/annual-report/abb-group-annual-report-2012\\_english.pdf?sfvrsn=2](http://new.abb.com/docs/default-source/investor-center-docs/annual-report/abb-group-annual-report-2012_english.pdf?sfvrsn=2)

ABB Ltd Corporate Communications 2013. *The ABB Group Annual Report 2013*.

[Viitattu 1.7.2014] Saatavissa: [http://www02.abb.com/global/seitp/seitp255.nsf/0/74b9eafca5502c14c1257c850037b8f8/\\$file/abb+group+annual+report+2013\\_english.pdf](http://www02.abb.com/global/seitp/seitp255.nsf/0/74b9eafca5502c14c1257c850037b8f8/$file/abb+group+annual+report+2013_english.pdf)

Cox, J.F. & Spencer, M.S., 1998. *The constraints management handbook*, CRC Press.

Deming, W. Edwards. *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.

Blackstone, J.H., 2001. Theory of Constraints - A status report. *International Journal of Production Research*, Vol. 39, No. 6, pp. 1053-1080.

Blackstone, J.H. ed., 2010b. *APICS dictionary* 13th ed., Chicago, Illinois: APICS The Association for Operations Management.

Cox, J.F. & Schleier, J.G. eds., 2010. *Theory of Constraints Handbook*, McGraw-Hill.

Deming, W.E., 1986. *Out of the crisis*, MIT Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, Massachusetts.

Dettmer, H. William. Dettmer, H.W., 1997. *Goldratt's theory of constraints: a systems approach to continuous improvement*, Asq Pr.

Dettmer, H. William. *Constraint Management*, Quality America Inc., 2000.

Goldratt, E.M. & Cox, J., 1984. *The goal*, Croton-on-Hudson, NY: North River Press.

Goldratt, E.M. & Fox, R.E., 1986. *The race* 1st ed., Croton-on-Hudson, NY: North River Press.

Goldratt, E.M., 1988. Computerized shop floor scheduling. *International Journal of Production Research*, Vol. 26, No. 3, p. 443.

Goldratt, E.M., 1990b. *What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented?*, Great Barrington, MA: North River Press.

Goldratt, E.M., 2010. Introduction to TOC - My perspective. In J. F. Cox III & J. G. Schleier, eds. *Theory of Constraints Handbook*. McGraw-Hill, pp. 3-4.

Gupta, M. and Snyder, D. (2009). Comparing TOC with MRP and JIT: a literature review. *International Journal of Production Research*, Vol. 47, No. 13, pp. 3705-3739.

- Mabin, V.J. & Balderstone, S.J., 2003. The performance of the theory of constraints methodology. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 23, No. 6, pp. 568-595.
- Naukkarinen, S. 2013 *ACS880 Product configuration*. ABB:n sisäinen kalvosarja.
- Nave, D. (2002). How to Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. *Quality Progress – publication of The American Society for Quality*, March Issue, pp. 73-78.
- Rahman, S.U., 1998. Theory of constraints: a review of the philosophy and its applications. *International Journal of Operations and Production Management*, 18, pp. 336-355.
- Reid, R.A. & Cormier, J.R., 2003. Applying the TOC TP: a case study in the service sector. *Managing Service Quality*, Vol. 13, No. 5, pp. 349-369.
- Ronen, B. & Starr, M.K., 1990. Synchronized manufacturing as in OPT: from practice to theory. *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 18, No. 4, pp. 585-600.
- Schrageheim, Eli, and H. William Dettmer. *Manufacturing at Warp Speed*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press, 2000, ch. 2.
- Umble, M. & Srikanth, M.L., 1990. *Synchronous manufacturing: Principles for world class excellence*, South-Western Pub. Co.
- Walker II, E.D. & Cox III, J.F., 2006. Addressing ill-structured problems using Goldratt's thinking processes. *Management Decision*, Vol. 44, No. 1, pp. 137-154.
- Womack, D.E. & Flowers, S., 1999. Improving system performance: a case study in the application of the theory of constraints. *Journal of Healthcare Management*, Vol. 44, No. 5, p. 397.

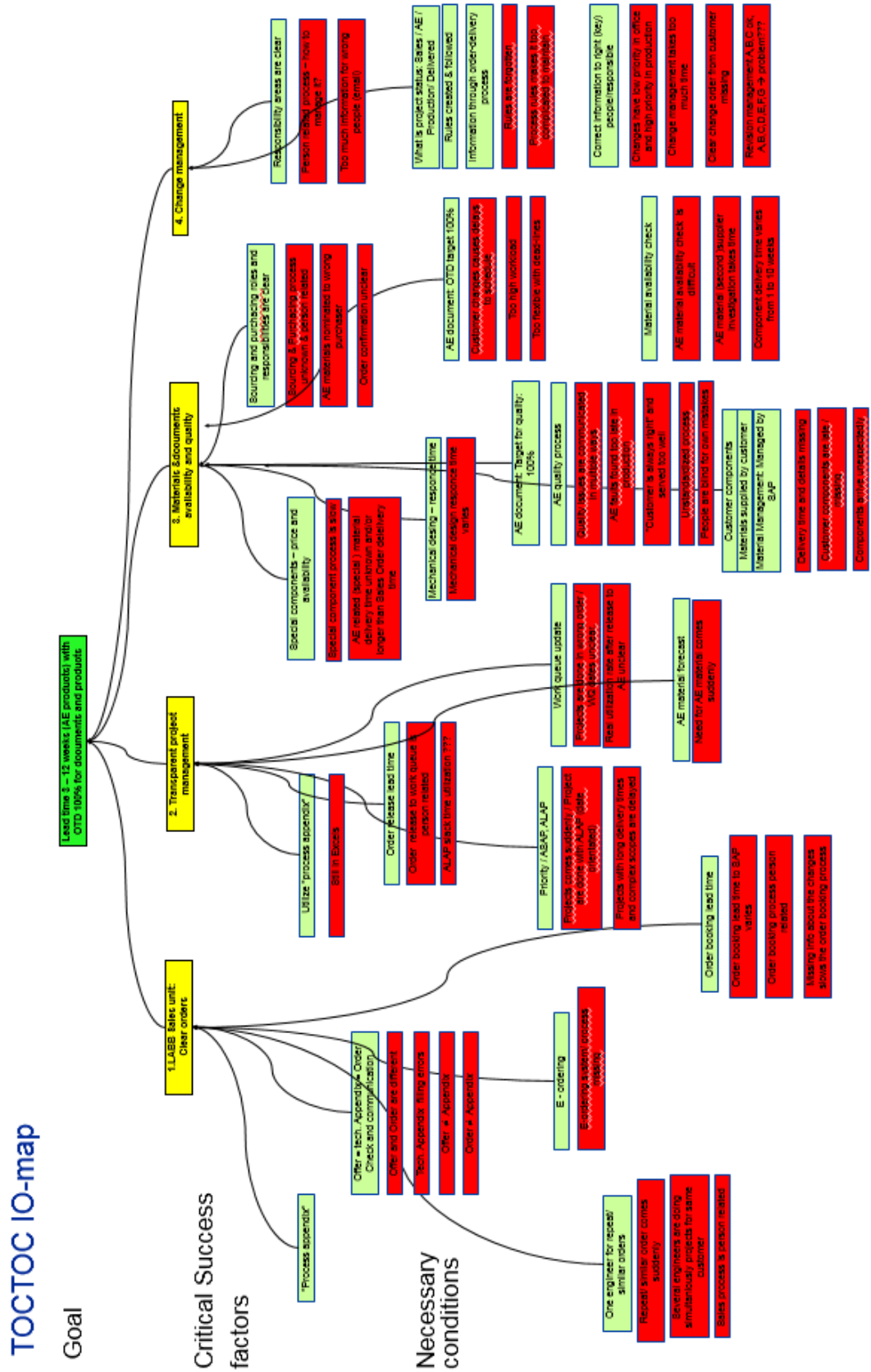
## **Liiteluettelo**

Liite 2.1. Välitavoitekartta.

Liite 2.2. Nykytilankuvaus Osa 1/2.

Liite 2.3. Nykytilankuvaus Osa 2/2.

Liite 2.1. Välitavoitekartta.



## ICD CRT 1/2



# ICD CRT 2/2

